

4
Phyt.

116

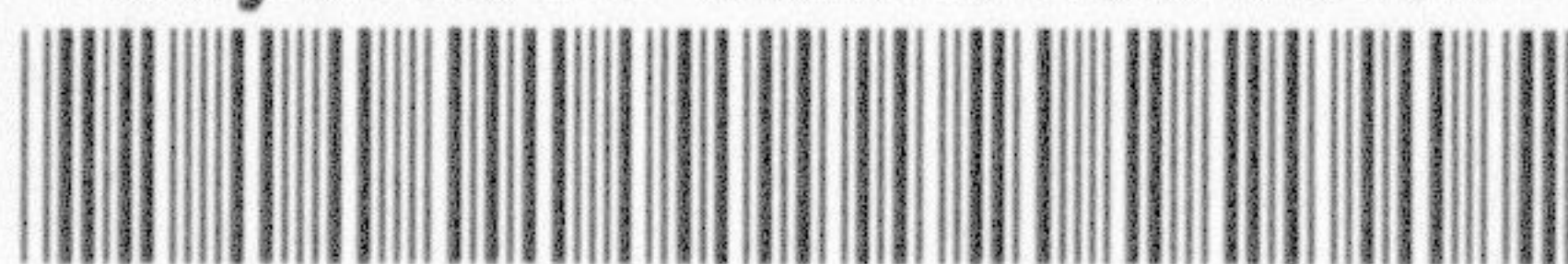
H

4° Phyt.

116 x

Grob

Bayerische Staatsbibliothek



<36646298150016

Beiträge

zur

Anatomie der Epidermis

der

Gramineenblätter.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt

der hohen philosophischen Facultät der Universität Zürich

von

August Grob

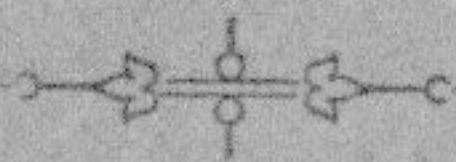
aus St. Gallen.

(mit Mittheilung

Botanica XXXVI)

sub Grob auf Miller

Begutachtet von den Herren Professor Dr. HANS SCHINZ und Professor Dr. CARL SCHRÖTER.

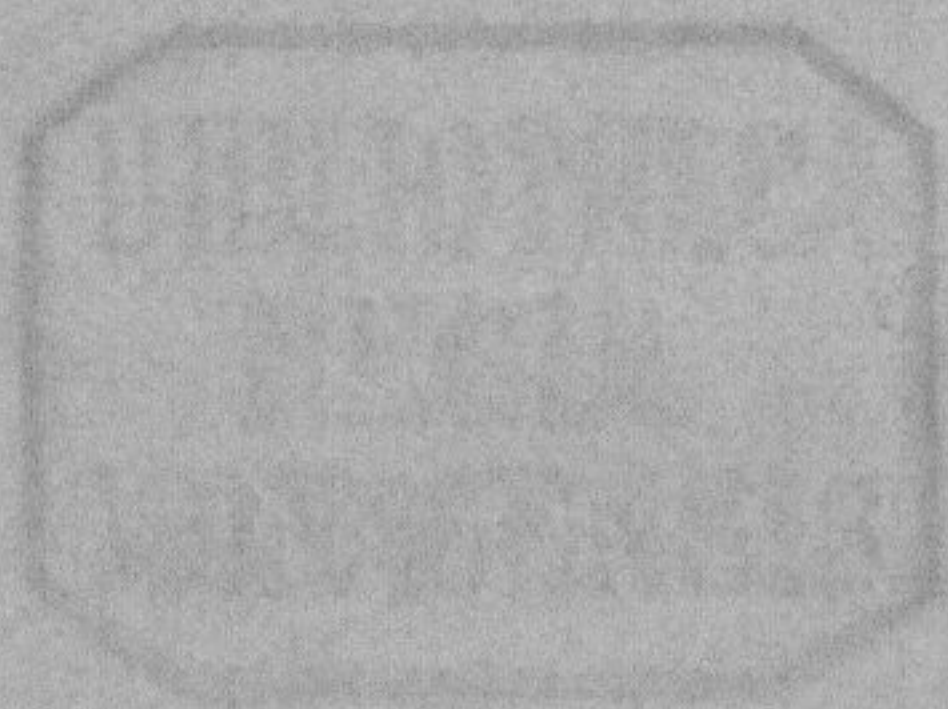


STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1896.

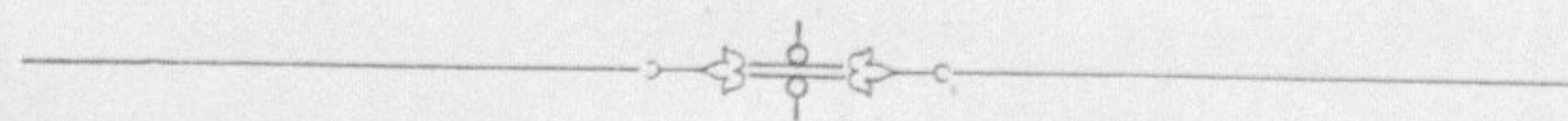
337



Beiträge
zur
Anatomie der Epidermis
der
Gramineenblätter.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der philosophischen Doctorwürde
vorgelegt
der hohen philosophischen Facultät der Universität Zürich
von
August Grob
aus St. Gallen.

Begutachtet von den Herren Professor Dr. HANS SCHINZ und Professor Dr. CARL SCHRÖTER.



STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Allgemeiner Teil.

Historisches.

(Die beigesetzten, eingeklammerten Zahlen entsprechen den Nummern des Litteraturverzeichnisses.)

WIESNER fand 1865 in der Maisliche (38) kreuzförmige, stark verdickte und verkieselte Zellchen, welche beim Glühen unversehrt zurückblieben. 1866 beobachtete er in der Epidermis des Zuckerrohrs (39) ähnliche, nur viel kleinere Gebilde, welche er „Kieselzellen“ nannte und welche gepaart waren mit breiteren schwächer verkieselten, aber ebenfalls glühbeständigen Zellen, welche höchstens so lang als breit waren und ein weiteres Lumen als erstere besaßen.

In seiner „Einleitung in die technische Mikroskopie“ (40) sind die Resultate beider Untersuchungen mit den entsprechenden Figuren wiedergegeben (p. 124, 254). Das Flächenbild der Maislichenepidermis (p. 124) zeigt zwei- bis dreizellige, zarte, kleine Haare, welche offenbar den unten von mir näher beschriebenen „Winkelhaaren“ der Blattspreite entsprechen.

KARELTSCHIKOFF gab 1866 (12) eine von guten Abbildungen begleitete Beschreibung der faltenförmigen Verdickungen in den assimilierenden Zellen verschiedener Bambusen, *Elymus*- und *Calamagrostis*-Species und der Entstehung der elliptischen Hohlräume im Chlorophyllparenchym der Bambusenblätter. Auf den Bau der Epidermis tritt er nicht näher ein.

WEISS schreibt in seiner umfassenden Abhandlung über die Pflanzenhaare (57) den Gramineen (und Papilionaceen) einfache conische und cylindrische Haare zu (p. 623, 641). Trichome nach Art der Winkelhaare sind ihm offenbar nicht bekannt. Rechtwinklig gebogene, mehrzellige Haare sollen zwar (ausserhalb der Familie der Gramineen) nicht selten auftreten.

DUVAL-JOUVE (4) schilderte 1869 an Hand zahlreicher Figuren (Blattquerschnitte) den anatomischen Bau des Blattes folgender Arten: *Cynodon Dactylon*, *Setaria glauca*, *Panicum Crus Galli*, *Sorghum halepense*, *Dactylis glomerata*, *Arundo Donax*, *Phragmites communis*, *Glyceria aquatica* und *G. fluitans*, *Deschampsia caespitosa*, *Psamma arenaria*, *Spartina versicolor*.

Die Resultate dieser Untersuchungen finden sich wieder in der unten besprochenen Histotaxie.

PFITZER (23) beschrieb 1870 ausführlich den Bau und die Entwicklung der Spaltöffnungen von *Zea Mays*. Daran schliessen sich eine nach Standorten gegliederte Übersicht über die Verbreitung der

Spaltöffnungen bei zahlreichen einheimischen Gräsern, sowie Bemerkungen über die „Kurzzellen“. PFITZER schlägt selbst diese Benennung für die kurzen Zellen der Gramineenepidermis vor und erwähnt auch die ältesten Beobachtungen über dieselben. Sie entstehen (nach PFITZER) in gleicher Weise wie die Spaltöffnungen durch Teilung einer Oberhautzelle in eine kleinere vordere und eine grössere hintere. (PFITZER kennt offenbar keine continuierlichen Kurzzellreihen, für welche natürlich der erwähnte Entwicklungsmodus nicht zutrifft.) PFITZER bezeichnet die Kurzzellen geradezu als „fehlgeschlagene Spaltöffnungsmutterzellen“. Er führt für diese Auffassung ausser dem oben erwähnten noch folgende Argumente an: 1. Oft treten über dem Assimilationsgewebe (innerhalb grösserer Bezirke) da, wo man nach Analogie anderer Gräser Stomata erwarten sollte, Kurzzellen auf. 2. In derselben Längsreihe von Oberhautzellen findet man bisweilen abwechselnd Spaltöffnungen und Kurzzellen eingeschaltet. 3. SORAUER fand ähnliche Kurzzellen bei Liliaceen und erklärt sie als „rückgebildete“ Spaltöffnungen.

Für das Vorhandensein einer genetischen Beziehung zwischen den Kurzzellen und Spaltöffnungen habe ich noch einige weitere, später erwähnte Thatsachen aufgefunden.

Da ferner nach PFITZER auch Haare bisweilen Spaltöffnungen vertreten können und da nach SORAUER in der Spitze der *Tulipa*-Blumenblätter die Haare da beginnen, wo die Spaltöffnungen aufhören, scheint es, „dass die Stomata allenfalls als Trichome betrachtet werden können, dass ihre Mutterzellen wenigstens zuweilen mit denen von Haaren gleichwertig sind und dass diese Mutterzellen sich dann entweder zu Spaltöffnungen oder zu wahren Trichomen zu entwickeln vermögen oder aber als Kurzzellen in dieser Ausbildung stehen bleiben“.

Der Abhandlung sind u. a. auch einige Figuren über die Epidermis des Niederblattes von *Spartina cynosuroides* beigegeben. Danach verdicken sich die langen Epidermiszellen bis fast zum Schwund des Lumens und bleiben die Kurzzellen dünnwandig.

Im übrigen erfährt man weder über die Anordnung, noch über den Bau der Kurzzellen (die PFITZER offenbar nur in einerlei Qualität bekannt sind) genaueres.

In einer Abhandlung über die Wachsüberzüge der Epidermis (3) befasst sich DE BARY (1871) ziemlich eingehend auch mit den Gramineen: Lange Epidermiszellen wechseln mit kurzen, welche höchstens so lang als breit, meistens noch kürzer sind. Letztere stehen meistens paarweise übereinander zwischen je zwei langen und sind alsdann in ihrer Gestalt und besonders Structur verschieden. „Die obere ist meist kleiner, besonders niedriger, mit oft eigentümlich eingebuchteten Seiten und mit sehr stark verdickter, in hohem Grade verkieselter Wand versehen. Die andere, untere, ist etwas breiter, manchmal quergekrümmt und die obere teilweise umfassend, von dieser durch minder derbe Wand sofort ausgezeichnet.“

Diese letztern nennt er „kurze Epidermiszellen“, die andern nach WIESNERS Vorgang „Kieselzellen“. Nicht selten liegt eine kurze Zelle zwischen zwei Kieselzellen oder umgekehrt*), oder es kommen Doppelpaare von Kiesel- und kurzen Zellen vor.

In der „Vergleichenden Anatomie der Vegetationsorgane“ reproduciert DE BARY diese Beobachtungen und erwähnt dazu, dass die untern der paarweise übereinander stehenden, kurzen Epidermiszellen schwächer, in vielen Fällen vielleicht gar nicht [*Saccharum officinarum*] verkieselt sind.

*) Dieser umgekehrte Fall, wo also in einer aus Kieselzellen und „kurzen Zellen“ gemischten Gruppe zu oberst eine „kurze Zelle“ liegen würde, ist aber nach meinen Beobachtungen äusserst selten.

Alle Hauptmodi, in welchen die Wachsüberzüge überhaupt auftreten, finden sich bei den Gräsern:

1. Einfacher Körnerüberzug (junge Stengelknoten von *Sorghum bicolor*), 2. Stäbchen oder Nadeln (ausgewachsene Internodien des Roggens und des Zuckerrohrs), 3. Kruste aus dicht aneinander liegenden, prismatischen Stäbchen (Halme von *Panicum turgidum*).

Die verschiedenen Epidermiszellen verhalten sich in der Wachsabscheidung oft ungleich. Schon WIESNER erwähnte, dass die von Zuckerrohrstengeln ablösbare Wachskruste Löcher besitze, welche den Kieselzellen entsprechen. DE BARY bestreitet diesen Befund, gestützt auf eigene Untersuchungen an ganz frischem Material und unterscheidet seinerseits folgende Specialfälle:

1. Stäbchen gleichförmig über der ganzen Epidermis (excl. Schliesszellen der Stomata) (Halm des Zuckerrohrs).
2. Stäbchen über langen und kurzen Zellen, über letztern auffallend länger als über erstern (Halm von *Eulalia japonica*).
3. Stäbchen bloss über den kurzen Epidermiszellen gut entwickelt, an den Enden lockig gedreht. Lange Zellen wachsfrei oder spärlich mit Körnern besetzt (Aussenseite der Blattscheide von *Coix Lacryma*).
4. Über den langen Epidermiszellen eine starke, einschichtige Körnerkruste, über den kurzen kümmerliche Stäbchen (Zuckerrohr, Blattscheide).

(Obgleich DE BARY über das Verhalten der „Kieselzellen“ keine bestimmten Angaben macht, ergibt sich doch zwischen den Zeilen und aus den Figuren, dass sie selbst kein Wachs abscheiden.)

„Die Wachs absondernden, kurzen Epidermiszellen von *Coix Lacryma* und *Sorghum bicolor* sind . . . durch ziemlich dicht feinkörnigen Inhalt ausgezeichnet, welcher in Jod eine gelbe Farbe annimmt.“ Diese Beobachtung habe ich an den entsprechenden Zellen ebenfalls oft gemacht. Über die Wachsausscheidungen habe ich aber keine Untersuchungen angestellt.

Den Schluss der Abhandlung bilden Mitteilungen über die Entwicklungsgeschichte der Wachdecken, u. a. auch derjenigen von *Saccharum officinarum*, *Sorghum halepense*, *Eulalia japonica*, *Erianthus Ravennae*, *Coix Lacryma*. Das Zuckerrohr ausgenommen, sind regelmässig die Membranen schon bei Beginn der Wachsausscheidung „vollständig“ verkieselt.

Die beigegebenen Tafeln enthalten Flächenbilder der Epidermis (über Assimilationsgewebe offenbar) der Blattscheide von *Coix Lacryma* und des Stengels von *Sorghum bicolor* und Querschnitte durch die Internodien von Roggen und Zuckerrohr. Der morphologische Charakter der beiden Kurzzellsorten tritt in diesen Figuren jedoch nicht deutlich hervor.

SCHWENDENER (25) hat 1874 im „mechanischen Princip“ die Verteilung von Mestom und Stereom in den Blättern und Halmen der Gräser geschildert. Die Configuration des mechanischen Systems in den Halmen ergab unverkennbare Beziehungen zum System. Es existieren drei Typen:

1. Für die Mehrzahl der Gräser ist charakteristisch der gerippte Hohlcyylinder mit Anschluss der Rippen an die Epidermis. Bei zahlreichen Paniceen (und einigen Arten anderer Tribus) herrscht die Tendenz zur Unterdrückung der subepidermalen Rippen (Übergang zum Liliaceentypus).

2. Für die Maydeen und Andropogoneen ist charakteristisch das System der peripherischen, meist an Mestom gebundenen Bastbündel mit unregelmässigen Verschmelzungen derselben unter sich und mit der Epidermis.

3. Die Bambusen zeichnen sich (in den dickern Stammteilen) aus durch den Besitz zahlreicher subcorticaler Mestombündel mit starken Bastbelegen.

Die Epidermis der Halme ist nach SCHWENDENER durchweg derb gebaut.

Für das Gramineenblatt sind parallel verlaufende I- oder T-Träger typisch, deren Gurtungen durch Bast und deren Füllung durch Mestom, ausserdem oft noch durch grünes oder farbloses Parenchym oder beiderlei gebildet wird.

Im Mesophyll von *Gynerium argenteum* und *Erianthus Ravennae* beobachtete SCHWENDENER Zug- und Drucklinien, sowie gürtelförmig die assimilierenden Zellen umlaufende Intercellularen, welche das Blatt quer durchsetzende Netze bilden.

Von DUVAL-JOUVE (6) erschien 1875 die „Histotaxie des feuilles de Graminées“, welche das Hauptwerk über Grasblattanatomie bildet. Die meisten spätern Autoren haben daraus geschöpft, häufig, wie es scheint, unter Vernachlässigung der früheren, DUVAL-JOUVE grösstenteils unbekannt gebliebenen, einschlägigen deutschen Arbeiten.

Gestützt auf ein ausgebreitetes Beobachtungsmaterial giebt DUVAL-JOUVE eine übersichtliche Darstellung der Gewebe und der Gewebsverteilung in der Blattspreite.

Er untersuchte offenbar fast ausschliesslich Querschnitte. Auf vier Tafeln finden sich über 30 Blattquerschnitte, aber keine einzige Flächenansicht der Epidermis.

In der Epidermis unterscheidet er folgende Elemente:

Lange und kurze Epidermiszellen, cellules bulliformes, kurze stachelförmige und lange cylindrische Haare, sowie vierzellige Spaltöffnungen.

Die Epidermis zerfällt nach der Form der Zellen und der Unterlage in dreierlei Bänder: 1. Bänder über Bast. 2. Bänder über Parenchym. 3. Bänder aus cellules bulliformes.

Die Bänder über Bast sind auf der Unterseite meist breiter als auf der Oberseite. Sie bestehen aus langen Zellen, welche derber und schmaler sind als diejenigen der übrigen Bänder, und aus kurzen Zellen, welche einzeln oder zu zwei mit den langen alternieren, ferner aus Stachelhärcchen und Weichhaaren. Zwischen letztern beiden Trichomen kommen Übergangsformen vor. Die kurzen Epidermiszellen kommen in den Bändern über Bast fast bei allen Species vor, fehlen dagegen meist (le plus souvent) in den beiden andern Bändern. Letztere Behauptung ist in dieser allgemeinen Fassung entschieden nicht zutreffend.

In den Bändern über Parenchym habe ich (namentlich bei exotischen Gräsern) Kurzzellen sehr oft angetroffen. Allerdings sind sie hier regelmässig spärlicher als über Bast und oft kümmerlich entwickelt, sodass sie leicht übersehen werden können. Merkwürdigerweise sind DUVAL-JOUVE auch die continuierlichen Kurzzellreihen über Bast, welche sehr häufig vorkommen, vollständig entgangen. Überhaupt fehlen nähere Angaben über Form, Structur und Topographie der Kurzzellen ebenso, wie Abbildungen derselben. DUVAL-JOUVE macht an dieser Stelle darauf aufmerksam, dass bei allen 57 untersuchten Cyperaceen in den Bändern über Bast „cellules à fond conique“ sich fanden, dass dagegen bei Gräsern und Juncaceen keine Spur solcher Elemente sich entdecken liess.

Die Stachelhaare am Blattrande von *Leersia oryzoides* sind bloss im Bereich der oberen Blatthälfte gegen die Blattspitze, längs der unteren Hälfte umgekehrt gegen die Blattbasis gerichtet. Diese Er-

scheinung ist nach DUVAL-JOUE einzig in ihrer Art bei den Gräsern. Ich habe solche verkehrt gerichtete Stachelhaare vereinzelt am Blattrand einiger weniger Arten, sowie in beträchtlicher Anzahl über der Blattfläche zahlreicher Species beobachtet.

Die Haare am Blattrand von *Tragus racemosus* sind am Grunde von einer tubulösen, zu unterst drei- bis vierschichtigen Scheide umhüllt und (nach DUVAL-JOUE) einzig in ihrer Art bei Gräsern. Ich habe ähnliche umscheidete Trichome, allerdings weniger typisch, am Rande verschiedener Arten beobachtet.

Die Stachelhaare finden sich (nach DUVAL-JOUE) fast nur über Bast, die Weichhaare auch in den übrigen Bändern. Beiderlei Trichome sind auf der Blattoberseite sehr viel häufiger als auf der Unterseite und fehlen hier meist vollständig bei Arten mit „feuilles coriaces“.

Die Zellen der Bänder über Parenchym sind entweder dünnwandig und wenig oder gar nicht gewellt oder rectangulär und deutlich wellig, ausnahmsweise auch rectangulär und ungewellt (*Festuca arundinacea*). Die Weichhaare dieser Streifen sind an der Basis sehr oft eingeschnürt und manchmal von einem etwas vorspringenden Hof kleiner, dünnwandiger Zellen umgeben. (Haare der letzteren Art habe ich als „Polsterhaare“ beschrieben.) *Andropogon foveolatus* führt über Parenchym dicke, stumpfe, cylindrische oder keulenförmige Haare mit erweitertem Fuss und von eigenartigem Habitus. (VOLKENS hat dieselben später ebenfalls beschrieben und abgebildet, p. 314 u. ff.)

P. 316 u. ff. giebt DUVAL-JOUE eine Übersicht über die (neun) verschiedenen Anordnungsformen der Blasenzellbänder (cellules bulliformes) und discutiert die Rolle derselben bei der ersten Ausbreitung und bei den periodischen Schliessbewegungen des Blattes.

Mit Bezug auf das Mesophyll ist folgender Punkt von besonderem Interesse: Das Assimilationsgewebe ist in zweierlei Weise angeordnet.

a. Es schliesst sich an die Epidermis und besteht unter derselben aus Palissadenzellen. (Unsere Wiesengräser u. v. a.)

b. Es schliesst sich an die Gefässbündel. Es umgiebt dieselben in Form vollkommener Scheiden oder offener Schienen, meist in doppelter Schicht. Die innere besteht aus cubischen, dunkler grünen, die äussere aus palissadenförmig gestreckten, heller grünen Zellen, welche radiär zum Mestombündel und senkrecht zu dessen Längsachse stehen.

Dieser Anordnungsmodus findet sich hauptsächlich bei Paniceen, Andropogoneen und Chlorideen.

(Ähnliche Differenzen in der Anordnung des Chlorophyllparenchyms constatirte DUVAL-JOUE ungefähr zu derselben Zeit innerhalb der Gattung *Cyperus*.)

Auch über die Beziehungen der mechanischen und parenchymatischen Gewebe zum Standort machte DUVAL-JOUE zahlreiche Beobachtungen.

V. HÖHNEL hat 1875 in zwei Abhandlungen den Bau der Reisspelzen einerseits (56), andererseits (57) die Differenzierung der äusseren Spelzenepidermis folgender Arten geschildert: *Leersia oryzoides*, *Setaria germanica*, *Panicum miliaceum*, *Sorghum vulgare*, *Avena sativa*, *A. orientalis*, *Triticum Spelta*, *Hordeum vulgare*, *Bromus Schraderi*, *Secale cereale*, *Lolium temulentum*, *Phalaris arundinacea*, *Ph. canariensis*. Die Reihenfolge der Aufzählung bedeutet einen Fortschritt von den complicierteren zu den einfacheren Typen. In der Epidermis lassen sich folgende Elemente unterscheiden: 1. Epidermiszellen, rectagonal und starkwellig (alle Species excl. *Phalaris*) oder polygonal und glattwandig (*Phalaris*). 2. „Kieselzellen“, bei

allen Arten mit Ausnahme von *Setaria*, *Panicum* und *Phalaris* vorhanden, halbmondförmig beim Roggen, gross, rund, vereinzelt, sowie gepaart und kleiner bei den übrigen. HÖHNEL nennt alle Kurzzellen schlecht-hin „Kieselzellen“. DE BARYS diesbezügliche Untersuchungen sind ihm offenbar unbekannt. Beim Reis sollen die „Kieselzellen“ auf die Grannen beschränkt sein. 3. Stachelhaare. 4. Borstenhaare. 5. Zweizellige, mikroskopische Härchen bei *Oryza sativa* (mit Abbildung) und *Leersia oryzoides*. Wie aus den Figuren sich zweifellos ergibt, entsprechen sie den an Blättern von mir oft aufgefundenen und „Winkelhaare“ genannten Trichomen.

Bei zahlreichen Arten (Reis, *Avena* u. a.) sind die Zellen des Hypoderma durch seitliche Fortsätze unter sich und mit der Epidermis verzapft.

Nach WESTERMAIER (35) ist die Wellung der Längswände der Epidermiszellen der Gräser in doppelter Hinsicht vorteilhaft. Erstens erhöht sie die Zugfestigkeit der Membran, zweitens bildet sie eine Versteifung, welche den vollständigen Collaps verhindert. Sie beschränkt sich übrigens keineswegs immer auf die Aussenpartien der Seitenwände, wie WESTERMAIER anzunehmen scheint.

HACKEL (10) macht in seiner Monographie des Genus *Festuca* (1882) auch Angaben über die Histologie der Blattspreite. Dieselben sind durch 37 Blattquerschnitte illustriert. „Die histologischen Charaktere der Blattspreite gehören zu den wichtigsten für die Unterscheidung der *Festuca*-Formen.“ Mesophyll und Gefässbündel sind bei den verschiedenen Arten sehr gleichförmig gebaut, dagegen bieten Epidermis und mechanisches Gewebe auffallende Unterschiede von systematischem Wert. „Doch müssen histologische Charaktere immer für jede Art und jeden Formenkreis für sich auf Konstanz oder Variabilität geprüft werden, da dieselben Charaktere in gewissen Gruppen als constant, in andern als sehr variabel sich erweisen können.“ Von grösster Konstanz sind jene Merkmale, welche sich auf die ursprüngliche Disposition und das Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Gewebegruppen, namentlich der mechanischen, beziehen, während alle Quantitätsverhältnisse sehr variabel sind.

In der Epidermis unterscheidet HACKEL folgende Elemente: Epidermiszellen, cellulae bulliformes oder Fächerzellen, aculeoli oder Stachelhaare, pili oder Weichhaare und Spaltöffnungen. Die Kurzzellen erwähnt er nicht. Die Epidermiszellen sind auf der Blattoberseite durchschnittlich „kleiner“ (im Querschnitt offenbar) als unterseits. Experimentelle Versuche ergaben, dass die Dicke der Aussenwand, die Weite des Lumens und das Vorhandensein oder Fehlen von leistenförmigen Vorsprüngen über den Seitenwänden in hohem Grade von Standortseinflüssen abhängig sind, und zwar so, dass Trockenheit die Membranverdickung und Cuticularleistenbildung fördert.

Zwischen Stachel- und Weichhaaren finden sich Übergangsformen, die man als Borsten und Börstchen bezeichnen kann. Die Konstanz der Behaarung ist nach Arten und Organen sehr ungleich. Bei *Festuca ovina genuina* können an demselben Rasen kahle und behaarte Halme, Blätter und Spelzen auftreten.

Die Verteilung der Spaltöffnungen ist systematisch nicht zu verwerten.

Die Sklerenchymringe auf der Aussenseite borstlicher Blätter entstehen nicht wie diejenigen der Halme aus einem continuierlichen Cambiumring, sondern als gesonderte Anlagen über den Gefässbündeln, welche secundär zusammenfliessen.

HABERLANDT (14) rubriciert in seiner vergleichenden Anatomie des Assimilationssystems (1882) die Gräser unter Typus 9, System III. Das Assimilationssystem besteht aus gewöhnlichen Palissadenzellen, das Zuleitungsgewebe aus quergestreckten, chlorophyllhaltigen Zellen, das Ableitungsgewebe aus Parenchym-

scheiden, welche die parallel verlaufenden Gefässbündel umgeben. So verhalten sich die meisten (?) Gräser, die *Carices*, manche *Cyperus* u. a. Bei den Gräsern wird auf der Oberseite des Blattes die Palissadenschicht nicht selten ersetzt durch eine oder mehrere Lagen quergestellter Tafelzellen. Ferner wird die Parenchymscheide oft durch farbloses Parenchym verstärkt. (Die Tafeln enthalten Partien des Blattquerschnittes von *Glyceria fluitans*.)

TSCHIRCH (31) verdanken wir eine von zahlreichen Querschnittsbildern begleitete Darstellung der Blattstructur verschiedener Steppengräser und experimentelle Untersuchungen über den Einrollungsmechanismus des Grasblattes. Letzterer beruht teils auf einem ungleichen Quellungsvermögen der Bastelemente der Blattunterseite, teils auf Turgordifferenzen des Blattparenchyms. DUVAL-JOUVES „cellules bulliformes“ nennt TSCHIRCH „Gelenkzellen“, da sie ihm bei den periodischen Blattbewegungen in erster Linie als Scharniere an den Stellen stärksten Zuges und Druckes zu functionieren scheinen. Er beschreibt ausführlich ihre morphologischen und chemischen Eigenschaften. Aussen- und Innenwände sind regelmässig dünn, die Aussenwände meist dicker und auf der Aussenfläche fein längsgefältelt. Die Membran besteht in ihrem ganzen Umfang aus reiner Cellulose und besitzt daher auch ein weisslich gallertiges Aussehen. Der Inhalt ist farbloser Zellsaft. (Diese Angaben haben, wie sich später zeigen wird, nur beschränkte Gültigkeit. Ich habe bei verschiedenen Arten starke Verkieselung der äusseren Partien dieser Zellen, sowie intracelluläre, das Lumen vollständig ausgiessende Kieselkörper beobachtet.)

Oft setzen die Gelenkzellen blatteinwärts sich in mehrschichtige „Gelenkpolster“ mit kollenchymatischer Verdickung ihrer Elemente fort (*Aristida pungens*).

TSCHIRCH bespricht auch die Schutzapparate und die Verteilung der Spaltöffnungen, tritt aber im übrigen auf den Bau der Epidermis nicht näher ein.

AMBRONN (1) gab 1884 eine Theorie der Genese der Wellung und eigenartigen Verdickung bei jenen gewellten Epidermiszellen, welche u. a. auch für die Gräser typisch sind und oft Poren in der Aussenwand vortäuschen. AMBRONN erklärt aber nur die Entstehung jener Pseudo-Tüpfelcanäle, welche an der Grenze zwischen Aussen- und Seitenwand der Epidermiszelle liegen und ganz bestimmt orientiert sind. VOLKENS (Flora der ägyptisch-arabischen Wüste) fand jedoch bei *Sporobolus spicatus* ächte Tüpfelkanäle in der Aussenwand der Epidermiszellen des Blattes. (Vergl. seine Figuren 6 und 8. Tafel XVIII.)

MÖLLER (58) giebt in der „Mikroskopie der Cerealien“ (reproducirt in der Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel) Daten über die Histologie der äusseren Spelzenepidermis der Cerealien, sowie verschiedene Flächenbilder derselben.

Die gewöhnlichen, schon von HÖHNEL und WIESNER aufgeführten Elemente kehren wieder. Die kurzen Epidermiszellen bezeichnet er ähnlich wie HÖHNEL schlechtweg als „Kieselzellen“ (p. 101 der Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel), sagt jedoch von denselben ausdrücklich: „Sie sind jedoch nicht mehr und nicht weniger verkieselt als die Oberhautzellen“. Weiter unten (p. 154) unterscheidet er „Kieselzellen“ und „halbmondförmige Zellen“, ohne dieselben näher zu charakterisieren. Die Kieselzellen bezeichnet er als Haarrudimente, da sich bisweilen alle Übergänge von diesen zu Trichomen finden. Ähnliche Beobachtungen machte schon HÖHNEL. Ich habe an der Blattspreite solche Übergänge nie beobachtet.

GÜNTZ (7) war (1886) der erste seit DUVAL-JOUVE, welcher wieder ausgedehntere Untersuchungen über die Anatomie des Gramineenblattes anstellte. Er untersuchte ca. 130 Arten speciell im Hinblick auf die Beziehungen derselben zu Klima und Standort.

In der Epidermis unterscheidet er folgende Elemente: Lange Epidermiszellen, Zwergzellen, Stachel- und Weichhaare mit Zwischenformen.

Die zweizelligen Härchen, welche ich unten als Winkelhaare beschrieben und bei zahlreichen Gräsern, z. B. bei fast allen Panicoideen, aufgefunden habe, sind GÜNTZ entgangen.

Dasselbe Blatt kann oberseits glattwandige, unterseits gewellte Epidermiszellen besitzen (*Secale montanum*).

Glattwandige Langzellen finden sich vorzugweise bei unseren Wald- und Wiesengräsern, stark-wellige bei den Gräsern von strauch- und baumartigem Habitus oder doch mit grosser Blattfläche, ferner bei Bewohnern der Steppe und nördlicher Gegenden.

Die Angaben über die Kurzzellen sind auffallend dürftig, zum Teil durchaus falsch. (Kurzzellen, wie sie in den vier, Flächenstücke der Epidermis darstellenden Figuren wiedergegeben sind, habe ich eigentlich nirgends beobachtet.) Merkwürdigerweise kennt GÜNTZ nur einerlei Kurzzellen, und doch ist ihm DE BARYS Abhandlung über die Wachüberzüge der Epidermis bekannt. „Die Zwergzellen sind kleine, oft stark verkieselte Zellen, über deren Function nichts sicheres bekannt ist.“ Auf der Blattunterseite sollen sie häufiger sein als auf der Oberseite. (Dies ist allerdings in der Mehrzahl der Fälle richtig, aber durchaus nicht etwa so auszulegen, dass auf die Flächeneinheit eines Epidermisbandes über Bast z. B. auf der Blattunterseite in der Regel mehr Kurzzellen entfallen als auf der Oberseite. Diese Erscheinung hat vielmehr ihren Grund einfach darin, dass auf der Oberseite gewöhnlich zahlreiche, kurzzellfreie Blasen Zellstreifen [cellules bulliformes] liegen, und dass die Epidermisstreifen über Bast, welche gewöhnlich besonders reich an Kurzzellen sind, oberseits meist schmaler, oft auch weniger zahlreich sind als unterseits.)

Aus einer 22 Arten umfassenden Tabelle (p. 21) soll sich ergeben: 1. dass diejenigen Blätter, welche Zwergzellen besitzen, meist auch gewellte Epidermiszellen aufweisen, dass dagegen bei Arten mit wenig oder gar nicht gewellten Epidermiszellen Kurzzellen oft fehlen; 2. dass sich hinsichtlich des Vorkommens der Zwergzellen zu klimatischen und Standortsverhältnissen keine Beziehungen auffinden lassen.

Ich muss, gestützt auf ein ausgedehnteres Vergleichsmaterial, beide Schlussfolgerungen als falsch bezeichnen. Die erwähnte Tabelle enthält elf Arten mit, und elf Arten ohne Kurzzellen. Von diesen letztern, angeblich kurzzellfreien Arten habe ich vier (*Holcus lanatus*, *Hierochloa borealis*, *Dactylis glomerata*, *Secale montanum* Oberseite) nachgeprüft und bei allen, wenigstens über den stärkern Bastbündeln, zahlreiche Kurzzellen beobachtet. Kleine Epidermisfetzen können allerdings leicht zu falschen Schlüssen über die Differenzierung des Hautgewebes führen, speciell bei unsern einheimischen Gräsern.

GÜNTZ macht im weitem noch Mitteilungen über die Verteilung der Spaltöffnungen und ihre Schutzapparate, ferner über das Vorhandensein und Fehlen von Wachüberzügen und Trichomen und bespricht im Anschluss daran die übrigen Gewebesysteme.

Das farblose Parenchym, nach GÜNTZ Wasserspeichergewebe, ist bei Tropen- und Steppen-gräsern besonders gut entwickelt.

Bast und Chlorophyllparenchym variieren mit dem Standort in bekannter Weise. Letzteres ist am besten entwickelt bei den Gräsern der Savannen, sowie unserer frischen Wiesen und Wälder.

Kranzförmige Anordnung desselben in zwei ungleichen Schichten rings um die Gefässbündel trifft man nach GÜNTZ vorzugsweise bei tropischen Gräsern, welche grösstenteils den BENTHAM-HOOKER'schen Tribus der Paniceen und Chlorideen angehören.

Bau, Verlauf und Anordnung der reichlich durch Queranastomosen verbundenen Gefässbündel lässt keine Beziehungen zum Standort erkennen.

Nach dem gesamten, anatomischen Bau des Blattes unterscheidet GÜNTZ vier klimatische Gruppen:

1. Savannengräser: Blätter glatt. Epidermiszellen stark gewellt. Mittelrippe mit Wasserspeichergewebe und zahlreichen Gefässbündeln ausgestattet. Meist deutliche, chlorophyllhaltige Scheiden um die Gefässbündel.

2. Wiesengräser. Blätter glatt oder rinnig. Mittelrippe mit wenig Wassergewebe oder ganz ohne solches und mit nur einem Gefässbündel ausgestattet. Die übrige Lamina besteht vorwiegend aus Chlorophyllparenchym.

3. Bambusen. Sie sind den Wiesengräsern ähnlicher als den Savannengräsern. Epidermis stark verdickt und gewellt und mit leistenartigen Fortsätzen versehen. Wenig Wassergewebe. Elliptische Hohlräume im Parenchym. Die Mittelrippe führt viel Bast und oft mehrere Gefässbündel.

4. Steppengräser. Blätter meist rinnig vertieft, ohne deutliche Mittelrippe. Epidermis stark verdickt und stark gewellt, oberseits oft reichlich Trichome führend. Viel mechanisches Gewebe. Oft zieht sich das Chlorophyllparenchym auf enge Bezirke an den Prismenseiten zurück und verläuft ein kontinuierliches Bastband auf der Blattunterseite.

VOLKENS (34) verdanken wir wertvolle Beiträge zur Kenntniss der Grasblattanatomie (1887). Derselbe hat dreizehn Arten der ägyptisch-arabischen Wüste untersucht und auf drei Tafeln von den meisten Arten sorgfältig ausgearbeitete Querschnittsbilder, von einigen wenigen Species auch Epidermispartien von der Fläche gegeben.

Drei Arten (*Stipa tortilis* und zwei *Schismus*--Species) sind einjährig und zeigen auf dem Querschnitt dieselbe Anordnung der Gewebe, wie die Mehrzahl unserer Wiesengräser.

Alle übrigen (meist Paniceen und Andropogoneen, zum kleinern Teil auch Agrostideen, Aveneen, Festuceen und Chlorideen) sind ausdauernd und daher einer intensiven Trockenperiode ausgesetzt. Das Chlorophyllparenchym aller dieser Arten legt sich in meist doppelter Schicht um die Gefässbündel, so wie bereits DUVAL-JOUE und GÜNTZ dies bei Paniceen, Andropogoneen und Chlorideen beobachteten. Die cubischen Zellen der innern Schicht enthalten grosse, dichtgehäufte, die palissadenförmigen Zellen der äussern Schicht kleinere und spärlichere Chlorophyllkörner.

Meist verläuft zwischen je zwei Chlorophyllscheiden eine das Blatt vollständig durchsetzende Wassergewebslamelle. Dieselbe geht an der Blattoberseite gewöhnlich in blasenförmig aufgetriebene Epidermiszellen über, welche den „cellules bulliformes“ DUVAL-JOUES und den Gelenkzellen TSCHIRCHS entsprechen. VOLKENS betont jedoch, dass er in keinem Falle infolge geänderter Transpirationsbedingungen Einrollung oder auch nur Einkrümmung der Spreite beobachtete. Dagegen constatierte er ein blasebalgähnliches Spiel, d. h. ein Schmäler- und Breiterwerden der Spreite, das von der Wasserzufuhr abhängig war. Er sieht daher die Hauptfunction dieser Zellen in der Wasserspeicherung und verwirft den TSCHIRCH'schen Ausdruck „Gelenkzellen“ auch für den Fall, wo kein subepidermales Wassergewebe sich an dieselben anschliesst.

Über die weitere Differenzierung der Epidermis erfährt man wenig. Die bekannten, einzelligen Trichomformen treten ab und zu auf und bedecken bisweilen Rillen, in deren Grund Spaltöffnungen liegen. Letztere kommen bei *Aristida ciliata* gegen alle Regel auch auf der Aussenseite der stielrunden, borstlichen Blätter vor, geschützt durch je vier mächtige, solide Cuticularzapfen.

Die Kurzzellen werden mit keinem Worte erwähnt. Man vermisst dieselben denn auch in den Figuren, Figur 8, Tafel XVIII ausgenommen. (Doch wird auch in diesem Falle derselben nirgends mit einem Worte gedacht.) Ich habe nur *Cynodon Dactylon* nachgeprüft. Sie sind hier*) über den Baststrängen reichlich und in zweierlei Qualität vorhanden.

Diese Art führt ferner zweizellige Härchen (Winkelhaare), welche VOLKENS nicht erwähnt.

In HACKELS Monographie der Andropogoneen (12) findet sich auch ein Abriss der Anatomie des Andropogoneenblattes. HACKEL untersuchte die Blattquerschnitte von mehr als einem Viertel aller beschriebenen Arten. Abbildungen fehlen, an ihrer Stelle findet sich ein Verzeichnis aller einschlägigen Figuren in der Litteratur. Der Autor gelangt hinsichtlich des systematischen Wertes anatomischer Merkmale zu folgenden Resultaten: „Weder lassen sich die Andropogoneen von den verwandten, oder selbst von der ganz fernstehenden Tribus der Chlorideen anatomisch unterscheiden, noch giebt es ein Merkmal oder eine Combination von solchen, die irgend einer Gattung allein zukäme.“ . . . „Die Subgenera zeigen nur dann bisweilen einen einheitlichen Blattbau, wenn sie weniger als zehn Species enthalten. Die einzelnen Arten hingegen, sehr formenreiche ausgenommen, lassen sich in den allermeisten Fällen anatomisch gut charakterisieren, wenn man die individuellen, meist von Standortseinflüssen bedingten und oft sehr bedeutenden Schwankungen mit berücksichtigt.“

Epidermis, Wasserspeichergewebe und Sklerenchym bedingen in erster Linie die Verschiedenheiten.

Der typische Bau des Blattes ist folgender: Das Chlorophyllparenchym schliesst sich in allen untersuchten Fällen kranzförmig (meist in doppelter Schicht) an die Gefässbündel. Diese liegen in den Seitenteilen des Blattes ungefähr in der Mitte. Die Stärkekörnchen werden von Baststrängen begleitet. Gegen die Breitenmitte des Blattes hin schiebt sich eine allmählich immer mächtiger werdende Schicht farblosen Parenchyms ein, sodass die Mestombündel samt ihren Chlorophyllscheiden an die untere Epidermis gedrängt werden. An Stelle der obern Baststränge tritt ein Bastband, welches sich über die ganze Breite des Wassergewebes erstreckt. Letzteres wird gegen die Blattbasis immer breiter. Die Epidermis besteht aus „Epidermiszellen“, „cellulae bulliformes“ und einzelligen Trichomen. Die Blasenzellen finden sich bloss auf der Blattoberseite, in verschiedenartiger Anordnung.

SCHWENDENER (26) beschrieb 1889 Bau und Mechanismus der Spaltöffnungen der Gräser und Cyperaceen. Nach seinen Untersuchungen stehen diese Familien durch die Besonderheiten ihrer Stomata unter den Monokotylen isoliert da. Eben diese deuten aber anderseits auch wieder auf eine wirkliche Stammesverwandtschaft der beiden Familien.

1890 publicierte SCHWENDENER eine Studie über die Mestomscheiden der Gramineenblätter. Er giebt darin zunächst eine Charakteristik der Mestom- und Parenchymscheiden. Die vergleichende Untersuchung zahlreicher Arten aus den verschiedensten Tribus ergab, dass die Mestomscheiden fehlen bei allen Maydeen, Andropogoneen und einem Teil der Paniceen, dass sie dagegen vorhanden sind bei dem andern Teil der Paniceen und allen übrigen Tribus. Das Auftreten und Fehlen der Mestomscheide ist also offenbar von Klima und Standort unabhängig. Diese repräsentiert kein epharmonisches, sondern ein taxinomisches (VESQUE) Merkmal. Dasselbe Resultat ergibt sich bezüglich der Mestomscheide auch bei andern Familien (z. B. Labiaten und Compositen).

*) Sehr wahrscheinlich auch bei allen übrigen Arten.

Ähnliche Unterschiede systematischer Natur, allerdings weniger durchgreifende als bei den Spaltöffnungen und Mestomscheiden, ergaben sich auch aus der Configuration der mechanischen Gewebe des Stengels. „Doch fallen die Grenzen der dadurch bestimmten Verwandtschaftskreise keineswegs zusammen.“ Es ergibt sich vielmehr, „dass jedes Gewebesystem und jeder Apparat seine eigene Geschichte hat, deren Wendepunkte in der Reihe der Generationen mit denjenigen anderer Entwicklungsvorgänge meist nicht zusammenfallen.“

KOHL (19) berührt an verschiedenen Stellen seines Buches über die Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze (1889) die Gramineen (p. 199, 203, 237, 273). Er bespricht auch ausführlich die wichtigere Litteratur über die pflanzliche Kieselsäure.

Diatomaceen, Equiseten, Gramineen, Cyperaceen, Ericaceen, Aspen, Birken, Ulmen etc. sind Kieselpflanzen, weil sie erfahrungsgemäss da am üppigsten gedeihen, wo der Boden Kieselsäure in löslicher Form unausgesetzt darbietet, und weil sie diese in ihrem Körper in irgend einer Form niederschlagen und als quantitativ bedeutenden Teil ihrer Asche beim Verbrennen zurücklassen.

Kieselpflanzen par excellence sind die Palmen, Orchideen, Musaceen, Maranthaceen und gewisse Farne (Kieselkörper im Grundgewebe), sowie die Podostemaceen (Kieselkörper in der Epidermis, oft auch im Grundgewebe).

Wie ersichtlich, fehlen in dieser letzten Aufzählung die Gramineen, wohl mit Unrecht, wie aus meinen Untersuchungen hervorgehen wird.

Unter den Monokotylen gehören zu den Kieselpflanzen die Orchideen, Musaceen (Juncaceen), Gramineen, Cyperaceen und Palmen. Nimmt man die Gramineen, Cyperaceen und Juncaceen aus, dann führen alle übrigen von den erwähnten Familien kieselkörperhaltige Deckzellen oder Stegmata.

„Die Gramineen und Cyperaceen deponieren ihre Kieselsäure hauptsächlich in den Zellmembranen“ (p. 203). „*Bambusa* setzt ausserdem colossale Mengen von Kieselsäure in den Internodialhöhlen ab.“ (Vergl. COHN [44] „Über Tabaschir“.)

Bei den Blättern der meisten Gramineen, Cyperaceen u. a. erstreckt sich die Verkieselung bloss auf die äussersten Schichten der Hautzellmembranen und es lässt sich der verkieselte Teil mit SCHULZES Reagens leicht isolieren.

Das ganze Mesophyll des Blattes ist (in den Membranen) verkieselt „bei vielen Gräsern“, z. B. *Phragmites communis*, Bambusen, sowie bei Vertretern verschiedener anderer Familien.

Ich habe solide, intracelluläre Kieselkörper in der Blattepidermis der meisten, untersuchten Arten aufgefunden, bald in spärlicher, bald in reichlicher Anzahl.

HOLM (15) beschrieb 1891 in der „Botanical Gazette“ die anatomische Structur des Blattes einer Reihe nordamerikanischer Arten: *Uniola latifolia* MICHX., *U. gracilis* MICHX., *U. nitida* BALDW., *U. paniculata* L., *U. Palmeri* VASEY; *Distichlis maritima* RAF., *D. thalassica* HUMB. et KTH., *D. prostrata* BENTH.; *Pleuropogon refractum* GR., *Pl. Californicum* NEES, *Pl. Sabinei* R. BR.

Auf fünf Tafeln finden sich zahlreiche Figuren, welche meist Blattquerschnitte darstellen.

In der Epidermis unterscheidet HOLM folgende Elemente: Lange, glatte oder mit Cuticularwärzchen besetzte Epidermiszellen, kurze Epidermiszellen, Stachelhaare, lange Haare, am Grunde bisweilen (*Uniola latifolia*) von einem etwas vorspringenden Zellenhügel umgeben, und stumpfe, kurze Haare („short, unicellular, slightly curved and obtuse hairs“).

Diese stumpfen, kurzen Haare beobachtete HOLM bei *Uniola latifolia*. Die Abbildung eines solchen lässt ohne weiteres erkennen, dass hier die Basalzellen jener zweizelligen Härchen vorliegen, welche schon HÖHNEL an Spelzen beobachtete. Die Endzellen sind sehr zart und gehen leicht zu Grunde.

Ich habe *Uniola latifolia* nachgeprüft und gefunden, dass auch HOLMS Bemerkungen über die Kurzzellen durchaus ungenügend sind und zum Teil falsche Vorstellungen erwecken.

„As regards the structure of the epidermis of the superior face, this does not show anything of particular interest. . . . Besides these rows of epidermis cells (schmale, rechteckige Zellen über Parenchym) there are still a few, from one to five, rows, which cover the stereome. These consist of very short and narrow cells, the walls of which are strongly thickened.“

Diese Angaben entsprechen dem wahren Sachverhalt ebensowenig, wie die zugehörige Flächenansicht eines kleinen Epidermisstückes. Diese hat zwar das Verdienst, in der ganzen Litteratur die einzige zu sein, welche eine aus lauter Kurzzellen bestehende Längsreihe zeigt. (Thatsächlich kehrt dieser Fall über Bast bei zahlreichen Gräsern wieder!) Sie enthält aber nur eine einzige solche Reihe und die Zellen derselben erscheinen alle gleich.

In Wirklichkeit ist die Epidermis über dem Bast ähnlich gebaut, wie etwa in Tafel IV, 3, das heisst so, wie bei zahlreichen Arten der verschiedensten Tribus. Reihen aus lauter Langzellen wechseln mit solchen aus lauter Kurzzellen und in diesen letzteren wechseln wieder solid verkieselte, bisquitförmige Zellchen mit dünnwandigen, weiltumigen, weniger regelmässig gestalteten Kurzzellen.

Auch die Beschreibung der übrigen Arten enthält keine genaueren Angaben über die Beschaffenheit und Gruppierung der Kurzzellen.

Hinsichtlich der Anordnung des Mesophylls ergibt sich eine sehr interessante Thatsache. Alle diejenigen Arten nämlich, welche den sandigen Meeresstrand bewohnen (*Uniola Palmeri* und *U. panicea*, *Distichlis maritima* und *D. thalassica*) zeigen genau dieselbe Verteilung des grünen und farblosen Parenchyms, wie die Mehrzahl der ausdauernden Gräser der ägyptisch-arabischen Wüste.*) (HOLM scheint indessen die bezügliche Arbeit von VOLKENS unbekannt zu sein.)

HOLM hat auch mehrfach Exemplare verschiedener Standorte in ihren anatomischen Charakteren verglichen.

HOHENAUER (48) publicierte 1893 Beobachtungen über den anatomischen Bau des Halmes von sechzehn Arten, welche auf alle HACKEL'schen Tribus (excl. Trigestineen) sich verteilen. Figuren sind keine beigegeben. Es finden sich unter anderem auch Massangaben über die Länge und Breite der verschiedenen Epidermiselemente. Die Breite der Kurzzellen, welche allgemein verbreitet sind, schwankt zwischen 6 und 16 μ , die Länge zwischen 3 und 25 μ . Besonders klein sind die Kurzzellen von *Oryza sativa* (6 μ breit und 3—6 μ lang), besonders gross diejenigen von *Phalaris minor* (9—16 μ breit und 18 μ lang) Genauere Angaben über Gestalt und Qualität der Kurzzellen fehlen. Die Kurzzellen von *Triticum vulgare* sollen „siebförmig perforiert“ sein!

*) Vergleiche auch SCHIMPER, Die indo-malayische Strandflora. Jena 1891. (Xerophytische Anpassung von Halophyten.)

Relativ kleine Spaltöffnungen ($22\ \mu$ lang und $19\ \mu$ breit) besitzt *Phalaris minor*, relativ grosse ($69\ \mu$ lang und $31\ \mu$ breit) *Avena sterilis*.

HOHENAUER giebt auch zahlreiche Angaben über die Verholzung des Mestoms und Stereoms.

Wie aus diesem Litteraturabriss leicht zu ersehen ist, haben die meisten Forscher, darunter auch diejenigen, welche die ausgedehntesten Untersuchungen angestellt haben, die Epidermis etwas vernachlässigt und ihr Hauptinteresse dem Studium des Mesophylls zugewendet.

Orientierende Studien an den Blättern einiger weniger Arten (*Nardus stricta*, *Glyceria fluitans*, *Sesleria coerulea*, *Uniola latifolia*, *Bambusa verticillata*) ergaben denn auch bereits einige interessante Thatsachen:

1. Es existieren bei allen Arten zweierlei Kurzzellen, einerseits solid verkieselte und je nach der Art charakteristisch geformte, anderseits solche, welche stets dünnwandig bleiben und stark cuticularisiert sind.

2. Die schon von HÖHNEL an Reisspelzen aufgefundenen, kleinen, zweizelligen Härchen kommen auch in der Blattepidermis (*Nardus*, *Bambusa*) vor und bilden mit ihrem der Epidermis dicht angeschmiegenten Körper und der äusserst zarten Endzelle einen auffallenden Gegensatz zu den übrigen, derben, längst bekannten Trichomen des Gramineenblattes.

3. Einzelne Epidermiszellen und Trichome (*Nardus*) enthalten homogene Kieselkörper, welche das Lumen vollständig ausfüllen. Im Mesophyll derselben Art treten ab und zu, hauptsächlich unter den Spaltöffnungen, intercelluläre Kieselmassen auf.

Um ein Urteil zu erhalten, inwieweit diese Thatsachen für die ganze Familie der Gräser von Bedeutung sind und ob allenfalls der anatomische Bau der Epidermis systematisch sich verwerten lässt, habe ich 209 Arten (aus 191 verschiedenen Gattungen) vergleichend-anatomisch untersucht.

Das Untersuchungsmaterial entstammt zum grössten Teil dem allgemeinen Herbar des eidgenössischen Polytechnicums, zu einem kleinen Teil auch dem Versuchsfeld der eidgenössischen Samencontrollstation und dem botanischen Garten in Zürich.

Ich habe, soweit dies möglich war, im Verzeichnis der untersuchten Arten jeweilen auch den Standort angegeben.

Es empfahl sich, zur Untersuchung in erster Linie Laubtriebe zu verwenden, da deren Blätter eine längere Vegetationsdauer besitzen, als die Halmblätter, infolgedessen jedenfalls oft biologisch besser angepasst sind und einen complicierteren Bau erwarten lassen. Leider gestattete das zur Verfügung stehende Material nicht, diesen Gesichtspunkt consequent zu verfolgen (auch abgesehen selbstverständlich von den einjährigen Arten); es wurden sowohl Blätter fertiler Halme, als auch steriler Laubtriebe untersucht. Der Vergleich von Halm- und Laubtriebblättern desselben Individuums ergab übrigens keine systematisch bedeutsamen Unterschiede. Doch habe ich relativ wenige Arten in dieser Richtung geprüft

Im Artenverzeichnis findet sich regelmässig angegeben, ob Halm- oder Laubtriebblätter zur Untersuchung gelangten.

Ich habe meinen Untersuchungen das System von HACKEL (ENGLER u. PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien, II. Teil, 2. Abtlg. Leipzig 1887) zu Grunde gelegt und dabei gelegentlich dessen sechs erste Tribus (Maydeen, Andropogoneen, Zoysieen, Trigestineen, Paniceen, Oryzeen) unter der alten, KUNTH'schen Bezeichnung „Panicoideae“ und die sieben folgenden Tribus (Phalarideae, Agrostideae, Aveneae, Chlorideae, Festuceae, Hordeae, Bambuseae) als „Poaeoideae“ zusammengefasst.

Die folgende Tabelle giebt Auskunft über die numerische Verteilung der untersuchten Arten nach Tribus, sowie über das Verhältniss der untersuchten Gattungen zu der Gesamtzahl derjenigen, welche von HACKEL aufgestellt wurden.

Tribus	Anzahl der unter- suchten Arten	Anzahl der unter- suchten Gattungen	Gesamtzahl der bekannten Gattungen (nach HACKEL)
Maydeen	5	5	7
Andropogoneen	18	17	29
Zoysieen	6	6	12
Trigestineen	4	3	7
Paniceen	19	16	22
Oryzeen	10	9	16
Phalarideen	7	4	6
Agrostideen	33	32	45
Aveneae	16	16	23
Chlorideen	21	21	28
Festuceen	45	41	76
Hordeen	15	12	19
Bambuseen	10	8	23
Summe:	209	190	313

Untersuchungsmethode.

Nachdem einmal Kieselkörper in der Epidermis der Gräser nachgewiesen waren, musste es sich in erster Linie darum handeln, ein einfaches Verfahren ausfindig zu machen, welches gestattete, die Gestalt und die Verbreitung derselben über die Blattfläche genau festzustellen. Es stehen dafür (abgesehen von der Anfertigung von Schnitten) drei Wege offen:

1. Aufhellung ganzer Blattstücke,
2. Lostrennung der Epidermis und Isolierung ihrer Elemente durch das SCHULZE'sche Reagens,
3. Herstellung von Glühskeletten ganzer Blattstücke oder macerierter Membranen.

Das erstgenannte Verfahren erwies sich als besonders zweckmässig. Die meisten der gebräuchlichen Aufhellungsmittel sind zwar für diesen Zweck unbrauchbar, da ihr Brechungsexponent demjenigen

der Kieselkörper gleich ist oder ihm nahe kommt. In Glycerin von mittlerer bis starker Concentration, in Glyceringelatine und in 50 procentiger Chloralhydratlösung sind die Kieselkörper unsichtbar.

In concentrirtem Phenol treten sie hingegen mit aller wünschenswerten Schärfe hervor. Sie sind stets schwächer lichtbrechend als dieses Einschlussmedium und erscheinen deshalb darin als dunkle Massen, deren Kanten, Ecken und Blasenräume sich scharf auch von den angrenzenden Zellmembranen abheben. Der Contrast wird natürlich um so grösser, je concentrirter das Phenol ist. Ich habe gewöhnlich eine ungefähr 90 procentige Lösung (wie sie im Handel erhältlich ist) angewendet, doch genügen auch geringere Concentrationsgrade.

Bekanntlich hat das Phenol einige unangenehme Eigenschaften. Sieht man auch ab von den physiologisch-giftigen Wirkungen, welche bei einiger Vorsicht sich vermeiden lassen, so bleibt doch immer noch die lästige Eigenschaft, infolge allmählicher Verdunstung des in Lösung haltenden Wassers plötzlich auszukrystallisieren. Man vermeidet diesen Übelstand oder schiebt doch das Eintreten desselben auf Stunden hinaus, wenn man möglichst grosse Deckgläser anwendet, Erschütterungen der darunter befindlichen Phenolschicht vermeidet und bei möglichst hoher Temperatur arbeitet. Auch Wasserzusatz wirkt natürlich in dieser Richtung günstig, aber auf Kosten der Schärfe des Bildes.

Um die Durchtränkung der Objecte zu beschleunigen, brachte ich dieselben in eine Porzellanschale mit leichtsiedendem Phenol, wo sie (1–2 cm lange Blattstücke) in der Regel innerhalb weniger Minuten durchsichtig werden. Man überträgt sie hierauf zweckmässig in eine Dose mit kaltem, 90 procentigem Phenol und untersucht sie, nachdem sie sich abgekühlt und allenfalls in ihrem Innern entstandene Phenolkrystalle sich wieder gelöst haben, in diesem Medium.

In den starken, zusammengesetzten Mittelnerven der breitblättrigen Tropengräser dringt das Phenol nur äusserst langsam von den Schnittflächen aus in das grosszellige, farblose Parenchym vor, welches die Hauptmasse dieser Nerven bildet. Es bedarf mehrtägigen bis wochenlangen Liegens im Klärungsmittel bis zur vollständigen Aufhellung. In solchen Fällen habe ich den Mittelnerv isoliert, durch einen Flächenschnitt in eine obere und untere Hälfte zerlegt und das Mesophyll weggeschabt unter möglicher Schonung der Epidermis. So präparierte Objecte hellen sich in kurzer Zeit auf. Das Verfahren hat noch den weiteren Vorteil, dass die angenähert eine Halbcylinderfläche darstellende Epidermis der Unterseite nun flach ausgebreitet werden kann. Behufs Herstellung von Dauerpräparaten übertrug ich die Objecte aus dem Phenol direct in VOSSELETS Terpentin (Vergl. ZIMMERMANN, Bot. Mikrotechnik) oder in Xylol-Canadabalsam. Die Kieselkörper treten genügend scharf hervor, die Zellmembranen werden dagegen meist undeutlich. Längsfalten, welche an losgetrennten Epidermen oder zarteren Blattstücken beim Einlegen in Harze leicht entstehen, bieten häufig willkommene schiefe Seitenansichten. Immerhin ist es zweckmässig, die Blattstücke nach der Übertragung in Harze rasch mit einem Deckglas zu bedecken, da sonst leicht (infolge des ungleichartigen Baues der beiderseitigen Blattepidermen) die Oberseite sich stark einrollt. Oft tritt nach der Übertragung eine vorübergehende Trübung ein.

Nicht nur die Kieselkörper, sondern auch diejenigen Stellen der Epidermis, wo die Membranen besonders stark verkieselt sind, treten in diesen stark lichtbrechenden Medien scharf hervor.

Das Phenol leistet endlich auch wertvolle Dienste bei der Anfertigung von Schnitten, wenn nur Herbarmaterial vorliegt. Es ist dann häufig sehr schwer, von dünnen, papierartigen Blättern brauchbare Schnitte zu erhalten. Man gelangt in solchen Fällen meist ohne viel Mühe und ohne zum Mikrotom

greifen zu müssen, ans Ziel, wenn man die Blattstücke vor dem Schneiden mit 90 procentigem Phenol durchtränkt und das zwischen Hollundermark geklemmte Object an der Schnittfläche von Zeit zu Zeit mit demselben Phenol befeuchtet. Die Objecte werden dadurch hinlänglich steif und doch nicht zu hart und schneiden sich ähnlich wie Paraffin, weil an der Schnittfläche fortwährend Phenol auskrystallisiert und die Zelllumina mit fester Substanz erfüllt.

Für das Studium der Epidermis sind solche Schnitte meist ohne weiteres brauchbar, wenn sie in Phenol oder Harze eingelegt werden. Die Kieselkörper treten dann noch schärfer hervor als in der Flächenansicht, während sie in Wasser, Chloralhydrat, Glycerin und Glyceringelatine äusserst leicht zu übersehende Lücken in der Epidermis vortäuschen.

An derben Blättern ist die Anordnung des Mesophylls ebenfalls klar zu übersehen. Wo es zu stark geschrumpft ist, kann der Schnitt nachträglich mit quellenden Mitteln behandelt werden. Doch wird dies bei Herbarmaterial selten von grossem Werte sein. Die Lagebeziehungen der verschiedenen Epidermisstreifen zur Mesophyllunterlage können regelmässig ohne eine, der Behandlung mit Phenol nachfolgende Quellung festgestellt werden. Für die feinere histologische Untersuchung des Mesophylls wird man frische Blätter nicht entbehren können. So hebt auch HACKEL in seiner Monographie der Andropogoneen hervor, dass an getrockneten, nachträglich wieder aufgeweichten Blättern die Anordnung der assimilierenden Zellen nicht mehr genau erkannt werden kann.

So sehr sich nun auch das Phenol eignet, zur Sichtbarmachung der Form und Anordnung der Kieselkörper, so erschwert es doch die Erkenntnis der übrigen Epidermiselemente mit unverkieseltem Lumen. Namentlich die unten näher zu charakterisierenden Korkkurzzellen sind darin meistens ganz undeutlich oder unsichtbar und doch ist es von grosser Wichtigkeit, ihre Verbreitung über der Blattfläche zu kennen.

Hier empfiehlt sich die Loslösung der Epidermis mit dem SCHULZE'schen Gemisch. Die Isolierung grösserer Fetzen ist allerdings bisweilen schwierig, ganz besonders bei zarten Blättern, welche schon lange Zeit im Herbar lagen. Ist das Gemisch stark verdünnt, dann will die Epidermis sich nicht loslösen, ist es concentrirt, dann zerfällt sie in lauter kleine Stücke oder ganz schmale Längsstreifen oder das ganze Blattstück löst sich in kürzester Zeit in dem Reagens. In solchen Fällen ist es nötig, die Procedur energisch einzuleiten und im richtigen Momente rasch zu unterbrechen. Ich gelangte in folgender Weise meist ans Ziel: Ich brachte das Blattstück mit einigen Tropfen des reinen SCHULZE'schen Reagens zusammen in ein Uhrgläschen, erwärmte über ganz kleiner Flamme und tauchte das mit einer Pincette festgehaltene Schälchen in dem Moment, wo die Membran sich zu lösen begann, mit dem Inhalt in ein bereit gehaltenes Glas Wasser. Die Epidermis schwimmt dann oben auf oder kann doch leicht vom Mesophyll getrennt werden.

In der Regel verdünnte ich das durch Zusammenbringen von concentrirter Salpetersäure und überschüssigem Kaliumchlorat erhaltene Reagens mit dem halben bis ganzen Volumen Wasser, erwärmte darin die Blattstücke, bis sie weiss wurden und unterbrach den Process, bevor die Epidermis sich loslöste oder spätestens in dem Moment, wo die Lostrennung begann.

Nach dem Auswaschen übertrug ich die Blattstücke direct auf ein grösseres Deckglas, schlitze dieselben mit einer Lancette der Länge nach auf und wendete die mir zugekehrten Epidermispartien, sodass schliesslich die Epidermis der oberen und unteren Blattseite nebeneinander in eine Ebene zu liegen kamen und mit ihrer Aussenseite dem Deckglas direct auflagen. Das Mesophyll wurde hierauf sorgfältig

abgepinselt und das Deckglas samt der ihm anklebenden Epidermis auf einen Objectträger mit einem Tropfen Wasser aufgelegt. Letzteres enthielt Spuren von Carbolsäure. Schliesslich wurde das Präparat mit Canadabalsam umrandet.

Solche Präparate sind allerdings nur von beschränkter Dauer, erfüllen aber dafür ihren Zweck sehr gut. Die Kieselkörper imponieren als starklichtbrechende, weissliche oder bläuliche Massen. Ihre Conturen sind aber nie so scharf wie in Phenol. Die Korkkurzzellen sind in der Regel deutlich dunkler als die übrigen Elemente.

Auch nach der Maceration in Chromsäure heben die Korkkurzzellen sich deutlich ab von den übrigen Epidermiszellen. Doch konnte ich mit diesem Reagens nie so grosse Epidermisstücke freipräparieren, wie mit dem SCHULZE'schen Gemisch. Um einen Überblick zu gewinnen über die Verteilung der Kork- und Kieselkurzzellen (siehe unten) zugleich, ist es aber durchaus nötig, grössere zusammenhängende Epidermisflächen freizupräparieren.

Ich isolierte die Epidermis von ungefähr 130 Arten. Die dazu verwendeten Blattstücke hatten eine Länge von durchschnittlich mindestens 10 mm und die davon gewonnenen Epidermisfetzen gestatteten in der Regel den Überblick über die ganze Breite des Blattes.

H. v. MOHL giebt an, bei der Maceration der Gramineenblätter lösen sich bloss die Aussenwände mit den äussern Partien der Seitenwände los. Dies trifft nicht allgemein zu. Je nach dem Concentrationsgrad des Macerationsgemisches, nach der Dauer der Einwirkung desselben und nach der Beschaffenheit des Blattes ist der Erfolg ein verschiedener. Bei intensiver Maceration und zarten Objecten löst sich häufig ein zartes Häutchen los, welches bloss aus der Cuticula oder aus dieser und den äussersten Schichten der Epidermiszellen besteht. Bei vorsichtiger Behandlung kann man dagegen leicht die vollständige Epidermis gewinnen. Die stellenweise noch anhaftenden, regelmässig angeordneten Bast- und Assimilationszellen beweisen das Vorhandensein der Innenwände.

Bisweilen (Reis, *Leersia*) haften die subepidermalen Bastzellen ausserordentlich fest an der Epidermis, so dass es trotz intensiver Macerierung nur schwer gelingt, die über Stereom liegenden Epidermiszellen freizupräparieren.

Bezüglich der Herstellung von Glühskeletten verweise ich auf den Abschnitt über Verkieselung.

Übersicht über die Epidermis.

(Vergl. dazu Tafel X.)

Die Epidermis der Grasblattspreite besteht immer aus einfachen Epidermiszellen, Trichomen und Spaltöffnungen.

Unter den Epidermiszellen lassen sich sieben Formen unterscheiden:

1. Langzellen.

Sie sind regelmässig längsgestreckt, entweder rectangulär und dann meistens gewellt (1^{*)}) oder hexagonal und dann meistens glattwandig (3, 4). Über Bast sind sie schmaler und niedriger und meist

^{*)} Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Figuren der Tafel X.

auch länger als über Parenchym (1, 2) (Ausnahme: *Zizaniopsis Arecharaetae*). Die Aussenseite ist eben oder gewellt oder blasig auswärts gewölbt. Sie kann Papillen oder Cuticularzäpfchen oder beide zugleich tragen (5—10). Die letzteren sind unregelmässig zerstreut (9), oder in Längs- (7) oder in Querreihen (10) geordnet.

Langzellen kommen bei allen Arten vor. Sie bilden das Grundgewebe der Epidermis, in welches die übrigen Elemente in gesetzmässiger Weise eingefügt sind. Sie haben sich auch am wenigsten entfernt von dem allgemeinen Typus einer Epidermiszelle und speciell von derjenigen Form, welche bei den langgestreckten Monokotylenblättern die herrschende ist.

2. Querszellen (12).

Sie sind deutlich quergestreckt und bilden breite Streifen über Assimilationsgewebe. Sie haben wahrscheinlich dieselbe Function wie die entsprechend gelegenen Langzellen und kommen nur auf der Blattunterseite von *Isachne arundinacea* vor.

3. Bastförmige Epidermiszellen (13).

Sie sind spindelförmig und centrisc verdickt, liegen über Bast oder zwischen Langzellen über Assimilationsgewebe und haben offenbar eine ausschliesslich mechanische Function (*Pharus*, *Leptaspis*) (13).

4. Blasenellen (14—16).

Sie sind isodiametrisch, blasig nach dem Blattinnern vorgewölbt, im Querschnitt fächerförmig angeordnet und höher, als alle übrigen Epidermiszellen. Die Seitenwände sind glatt oder schwach wellig in der äussern Partie, die Aussenwände in der Regel glatt, bisweilen mit Cuticularwärtchen besetzt (16). Die Membranen bestehen grösstenteils aus reiner Cellulose (Tschirch). Die Zellen grenzen immer an Assimilationsgewebe, bisweilen ausserdem an Wassergewebe, sehr selten auch an Bast. Sie tragen durch starkes Wachstum bei zur Aufrollung der Spreite aus dem Knospenzustand. Sie spielen activ und passiv (als Scharniere) eine wichtige Rolle bei den periodischen Öffnungs- und Schliessbewegungen der Gramineenblätter. Sie repräsentieren endlich auch Wasserreservoir für das angrenzende Assimilationsgewebe. (DUVAL-JOUVE [6], HACKEL [9], TSCHIRCH [33], VOLKENS [34].)

Kurzzellen.

Sie sind quergestreckt isodiametrisch oder längsgestreckt und meist kleiner und dünnwandiger als die Langzellen. Man kann drei Sorten unterscheiden:

5. Kieselkurzzellen (17—37).

Ihr Lumen ist immer von Kieselsäure ausgegossen. In dieser Füllmasse befinden sich wenige bis viele, regelmässig oder unregelmässig angeordnete, punktförmige Bläschenräume. Diese Zellen besitzen meistens eine ganz charakteristische, nach der Species variierende Gestalt. Bald sind es viereckige oder biskuitförmige Täfelchen, bald kurze, parallelipedische oder knotig gegliederte Stäbchen, bald Kreuze oder hantelförmige, quer- oder längsgestellte Körper. Oft sind es auch Kreisscheiben oder cylindrische Zapfen oder abgestumpfte Kegel, in einzelnen Fällen sogar stachelige, morgensternförmige Gebilde.

Die Aussenseite ist eben oder (häufiger) mit quer- oder längsverlaufenden Einsattelungen versehen. In einem einzigen Falle (*Phleum Micheli*) erheben sich auf der Aussenseite (ebenfalls solid verkieselte)

Papillen. Aussen- und Innenseite werden wenigstens teilweise von scharfen Kanten begrenzt, welche ihrerseits wieder häufig in öhrchenförmige Riefen oder spitze Ecken vorgezogen sind.

Sie kommen über Bast, sowie über chlorophyllhaltigem und farblosem Parenchym vor. Über Stereom sind sie am besten und in der grössten Formenmannigfaltigkeit entwickelt.

Da sie an und für sich schon scharfkantige, zum Teil auch stachelige Körper darstellen, da sie ferner sehr spröde sind und gepresst in zahlreiche, scharfkantige Splitter von muscheligen Bruch zerspringen, sind sie vielleicht ein Schutzmittel gegen tierische Feinde (Schnecken?), indem sie, intact oder durch Kauen zertrümmert, deren Mundwerkzeuge verwunden. (In derselben Weise vermöchten natürlich auch die übrigen Kieselkörper der Epidermis zu wirken.) Bekanntlich hat STAHL (28) durch experimentelle Versuche festgestellt, dass die Kieselsäure thatsächlich die Grasblätter gegen Schneckenfrass schützt. Doch war ihm dieselbe im vorliegenden Fall nur als Incrustationssubstanz der Membran bekannt.

Von diesem Gesichtspunkte aus sollte man allerdings über Parenchym eine ebenso gute, wonicht bessere Entwicklung der Kieselzellen erwarten als über Bast. Dieser Widerspruch erklärt sich einigermaßen, wenn man berücksichtigt, dass bei den Monokotylen überhaupt die Bildung von Kieselkörpern aus unbekannten Gründen häufig an ein Stereomsubstrat gebunden ist (Stegmata!), wenn man ferner in Betracht zieht, dass in den Parenchymstreifen im allgemeinen den Kurzzellen der Platz durch die Stomata vorweg genommen ist und die Blasenzellstreifen überhaupt kurzzellfrei sind.

6. Korkkurzzellen (38—45).

Sie enthalten keine Kieselkörper, dagegen häufig reichlich organischen, festen Inhalt. Die Aussenwand, sowie die Seitenwände oder die äusseren Partien derselben sind stark verkorkt. Sie tragen bisweilen Papillen, sind meist unregelmässig wellig conturiert und nie so charakteristisch geformt, wie die Kieselkurzzellen. Wie diese sind sie über Stereom und Assimilationsgewebe allgemein verbreitet und finden sich gelegentlich auch über farblosem Parenchym.

Ihre Function ist unbekannt.

7. Zwischenzellen (46).

Sie kommen bloss bei einigen Oryzeen vor und liegen dort regelmässig zwischen den Kieselkurzzellen über Bast. Sie sind wie die Korkkurzzellen ohne Kieselkörper und dünnwandiger als die Langzellen, aber nicht stärker cuticularisiert als diese.

Unter den Trichomen lassen sich vier Hauptformen unterscheiden, drei einzellige: Stachel-, Borsten- und Weichhaare, und eine zweizellige: Winkelhaare.

8. Stachelhaare.

Man kann langspitzige (55) und kurzspitzige (52) Stachelhaare unterscheiden, jenachdem der Haarkörper so lang oder mehrmals so lang wie der Haarfuss ist, ferner gerade (55), horizontale (53) oder schiefe (52, 55), sichelförmig (54) und hakenförmig (55) gekrümmte Spitzen.

Nach der topographischen Lage kann man ferner unterscheiden:

a. Randstachelhaare (52a): Sie sitzen am Blattrand und sind grösser und derber als alle übrigen Stachelhaare desselben Blattes.

b. Baststachelhaare der Blattfläche (52): Sie haben meist einen elliptischen, längsgestreckten Fuss, verlaufen allmählich in eine starke Spitze und liegen über den Bastrippen der Blattfläche.

c. Parenchymstachelhärcchen (53): Sie besitzen, wenn sie typisch entwickelt sind, einen kreisrunden Flächenschnitt und eine kurze, oft haarscharfe, horizontale Spitze, in welche der rundliche Haarkörper sich plötzlich verjüngt. — Die Stachelhaare sind jedenfalls nur mechanische Schutzmittel gegen Tiere.

9. Borstenhaare (57—59):

Die Borstenhaare sind von den Stachelhaaren nicht scharf zu trennen. Ihr Haarkörper ist vielmal länger als der Fuss, derbwandig und steif, gerade oder etwas sichelförmig gekrümmt oder schwach geschlängelt und besitzt oft eine stumpfliche Spitze. Der Haarfuss ist verbreitert (57) oder gleich breit wie die Basis des Haarkörpers. Im letzteren Fall ist gewöhnlich das Haar oder bloss das Lumen über der Basis eingeschnürt (58).

Man kann zwei Hauptformen unterscheiden:

a. Gewöhnliche Borstenhaare: Sie sind gesetzmässig, wie die Kurzzellen, Spaltöffnungen u. s. w. in die Langzellreihen eingefügt und liegen über Bast und Assimilationsgewebe (17).

b. Polsterhaare: Ihr Fuss ist umgeben von einer einschichtigen Zone isodiametrischer bis palissadenförmiger Epidermiszellen, welche einen mehr oder weniger stark vorspringenden Hügel bilden (58). Sie sind an der Basis regelmässig eingeschnürt und finden sich meist über Assimilationsgewebe, selten auch über Bast. Dies ist die einzige Trichomart, welche häufig auch zwischen Blaszellen auftritt.

Die Borstenhaare sind meist relativ spärlich vorhanden und mögen teils als mechanische Schutzmittel, teils bei der Wasserversorgung des Blattes (siehe unten) eine Rolle spielen.

10. Weichhaare.

Sie besitzen den gewöhnlichen Habitus. Über der Basis sind sie ebenfalls meistens eingeschnürt (59). Nur sie bilden echte Haarfilze.

11. Winkelhaare (47—50).

Die Winkelhaare sind gewöhnlich zwei-, selten ein-, ganz selten dreizellig. Der Haarkörper liegt der Epidermis auf und steht rechtwinkelig zum Haarfuss. Letzterer ist stets dünnwandig, so breit wie der Haarkörper oder (seltener) etwas verbreitert.

Es lassen sich drei Formen unterscheiden:

a. Cylindrische (47—48): Der Haarkörper ist cylindrisch und plötzlich oder allmählich in eine stumpfe Spitze verschmälert. Die Endzelle ist meistens etwa so lang wie die Basalzelle, aber zarter und an erwachsenen Blättern häufig obliteriert. Diese Form ist am häufigsten.

b. Keulenförmige (49): Der Haarkörper ist gegen das Ende keulig angeschwollen. Die Endzelle ist viel kürzer als die Basalzelle und in der Regel auch an alten Blättern erhalten.

c. Stachelhaarförmige (50): Sie haben die Gestalt kurzspitziger Stachelhärcchen, deren äusserste Spitze durch ein kleines, hütchenförmiges Zellchen ersetzt ist. (*Pappophorum*, *Zoysia*.)

Die Winkelhaare liegen meistens über Assimilationsgewebe zwischen Langzellen, bei einigen Arten (*Zoysia*) regelmässig auch über Bast, ganz selten (*Nardus*) zwischen Blaszellen.

Ihre Function ist unbekannt. Am wahrscheinlichsten erscheint die Annahme, dass sie eine Rolle spielen bei der Wasserversorgung. Dafür spricht auch ihre Verbreitung innerhalb der Familie: Unseren Wiesen- und Waldgräsern fehlen sie, bei den tropischen und subtropischen Arten dagegen sind sie allgemein verbreitet.

Indem diese verschiedenen Elemente in der Längsrichtung des Blattes sich aneinanderreihen, entstehen Längsreihen, welche alle untereinander parallel verlaufen. Die Reihen haben immer einen ganz bestimmten Bau und sind charakterisiert durch Form und Häufigkeit der sie componierenden Elemente. In jeder Blattepidermis giebt es „gleiche“ und „ungleiche“ Reihen. In „gleichen“ Reihen kommen dieselben Elemente in ähnlicher Weise verteilt vor. „Ungleiche“ Reihen differieren in der Form oder in der relativen Häufigkeit ihrer Bestandteile oder in beidem zugleich.

Man kann ferner „reine“ und „gemischte“ Reihen unterscheiden, jenachdem dieselben bloss aus einerlei oder aus zwei- bis mehrerlei Elementen bestehen.

So findet man über Bast und Assimilationsgewebe nicht selten reine Langzellreihen, über Bast reine Kurzzellreihen, am Blattrande bisweilen reine Stachelhaarreihen. Die Blasen- zellen bilden in der Regel reine Reihen.

Am häufigsten sind die gemischten Reihen, z. B. Stomareihen, welche gewöhnlich nur aus Spaltöffnungen und Langzellen bestehen, oder kurzzellarme und kurzzellreiche Langzellreihen (aus Lang- und Kurzzellen). Die stomafreien Reihen über Assimilationsgewebe führen zwischen den Langzellen meist noch Kork- und Kieselkurzzellen, ausserdem häufig noch Winkel- oder Stachelhaare oder beide zugleich. Die kurzzellhaltigen Langzellreihen über Bast enthalten meist noch Stachelhaare, seltener Borsten-, ganz selten Winkelhaare. Bei *Pogonatherum crinitum* liegen über Stereom Reihen, in welchen Lang- und Kieselkurzzellen regelmässig alternieren und in welche sich von Strecke zu Strecke Trichompaare einfügen, welche je aus einem Stachel- und einem Winkelhaar bestehen.

Eine bestimmte Reihe verläuft aber nie continuierlich von der Blattspitze zur Blattbasis. Erstens kann sich ihr Bau plötzlich oder allmählich ändern: In Stomareihen können gelegentlich Kurzzellen statt Spaltöffnungen auftreten und schliesslich dominieren. In kurzzellhaltigen Langzellreihen können die Kurzzellen in immer kürzern Zwischenräumen auftreten und schliesslich reine Kurzzellreihen bilden. Letztere können allmählich oder plötzlich zu reinen Langzellreihen werden. Häufig ändert an solchen Stellen eine angrenzende Reihe ihren Bau in umgekehrtem Sinne.

Zweitens kann sich eine Reihe auskeilen oder in zwei spalten. Ist im letztern Fall die sich spaltende Reihe eine Kurzzellreihe, dann ist entweder nur eine der beiden Tochterreihen gleichgebaut und die andere eine reine Langzellreihe oder es werden beide Tochterreihen zu Langzellreihen.

Indem mehrere Reihen bestimmter Zusammensetzung sich aneinanderlegen, entstehen Zellbänder von bestimmtem Charakter und ungleicher Qualität. Sie bilden, indem sie untereinander in gesetzmässiger Weise alternieren, die Blattepidermis.

Die Differenzierung in ungleiche Bänder ist in erster Linie eine Folge der ungleichen Beschaffenheit der subepidermalen Gewebe. Alle Bänder, welche auf den subepidermalen, stets longitudinal verlaufenden Bastrippen liegen, sind im Querschnitt niedriger als die dazwischen über Assimilationsgewebe liegenden Bänder (Ausnahme: *Zizaniopsis Arecharaetae*); sie sind ferner ohne Spaltöffnungen, aber reicher an Kurzzellen, speciell an Kieselkurzzellen.

Aber auch innerhalb der einzelnen Bänder über chlorophyllhaltigem Gewebe, wo die Unterlage nicht variiert, trifft man in der Regel die Epidermis wieder differenziert in Bänder zweiter Ordnung. Auch innerhalb der die Bastrippen deckenden Bänder kann eine solche Differenzierung eintreten, doch ist sie hier weit seltener.

Behufs Herstellung einer einfachen und eindeutigen Terminologie sollen in Zukunft die Ausdrücke „Streifen“ und „Felder“ in dem Sinne angewendet werden, dass die Streifen bestimmte, unten näher definierte Einheiten und die Felder Teile dieser Einheiten darstellen.

Wir unterscheiden dreierlei Streifen (Tafel I):

1. Streifen über Bast.

Ein Streifen über Bast ist gleich der Summe aller Reihen, welche über einem subepidermalen Baststrang liegen.

2. Blasenzellstreifen.

Ein Blasenzellstreifen ist gleich der Summe aller aneinanderstossenden Blasenzellreihen. Er grenzt entweder ausschliesslich an Assimilationsgewebe oder ausserdem noch an farbloses Parenchym, welches mit dem epidermalen Fächer zusammen ein blatteinwärts vorspringendes Polster oder eine das Blatt vollständig durchsetzende Lamelle bildet. Gewöhnlich liegen die Blasenzellstreifen mitten über mestomfreien Blatträumen. (Ausnahmen beim Mais.)

3. Streifen über Parenchym.

Diese liegen über parenchymatischem, meist chlorophyllhaltigem, selten (*Stenotaphrum*, Tafel II, 12) farblosem Mesophyll. Auf der Unterseite erfüllen sie gewöhnlich vollständig die Zwischenräume zwischen den Streifen über Bast, auf der Oberseite die Interstitien zwischen den Streifen über Bast und den Blasenzellstreifen*). Sie können aber auch beiderseits an Blasenzellstreifen grenzen. (Tafel II, 23 o—s.)

Die genauere Beschreibung der Streifen erfordert die Unterscheidung bestimmt definierter Blattregionen:

1. Mittelnerv. Er ist einfach oder zusammengesetzt. Im letzteren Fall ist er gewöhnlich ungefähr halbcylindrisch. Längs der gewölbten, unteren Seite verlaufen regelmässig mehrere bis viele Mestomstränge, welche durch Bastmassen mit der unteren Epidermis verbunden sind. Ein mittlerer, von der Medianebene des Blattes halbiertes Baststrang ist gewöhnlich besonders breit, breiter als alle übrigen Stränge des Blattes. Den Epidermisstreifen, der ihn bedeckt und der oft eigenartig gebaut ist, nennen wir kurzweg „Medianstreifen“ (über Bast). Gegenüber auf der Oberseite liegt gewöhnlich ein subepidermales Bastband. Der darüber liegende Epidermisstreifen ist der Medianstreifen der Oberseite. Die seitlich vom Medianstreifen ober- oder unterseits im Bezirk des Mittelnervs liegenden Streifen über Bast kann man „Seitenstreifen“ nennen.

2. Blattrand. Im äussersten Rand des Blattes verläuft regelmässig (Ausnahme: *Mibora verna*) ein starkes, subepidermales Bastbündel, an dessen Bedeckung sich die Epidermen beider Blattseiten be-

*) Die Blasenzellstreifen sind eigentlich bloss besonders differenzierte Felder von Streifen, welche den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite entsprechen würden. Diese Inconsequenz in der Terminologie vereinfacht aber sehr die Darlegung topographischer Verhältnisse und mag aus diesem Grunde entschuldigt werden.

teiligen (Tafel I, 2). Die Summe aller Reihen über diesem Bündel bildet den Randstreifen über Bast. Diejenige Reihe, welche die Grenze bildet zwischen der oberen und unteren Epidermis, ist die Randreihe des Blattes und trägt die Randstachelhaare (Tafel I, 1r). Bisweilen ist sie nicht scharf ausgeprägt. Die Randstachelhaare verteilen sich dann auf mehrere Reihen.

3. Blattfläche. Diese Region liegt jederseits zwischen Mittelnerv und Blattrand (Randstreifen über Bast). Der Bau dieser Zone ist gegen den Mittelnerv hin oft etwas anders als gegen den Blattrand (*Olyra latifolia*).

Die Epidermisstreifen sind entweder

einfach, das heisst über der ganzen Breite gleich gebaut (Tafel I, 1, 10), oder zusammengesetzt, d. h. in zwei oder mehr ungleich gebaute, parallele Felder differenziert (Tafel I, IIIo + IIIu).

Die einfachen Streifen und die Felder zusammengesetzter Streifen sind entweder

gleichreihig, d. h. sie bestehen aus lauter gleichen Reihen (Tafel I, 1 sf.), oder ungleichreihig („reihig differenziert“), d. h. zweierlei Reihen alternieren mehr oder weniger regelmässig miteinander (Tafel I, 1 v).

Felderbildung kann in Streifen über Bast und in solchen über Parenchym eintreten, Reihendifferenzierung bloss in ersteren.

Die Blasenzellstreifen bestehen gewöhnlich ausschliesslich aus Blasenzellen, sind daher in der Regel auch nicht gefeldert. Schon DUVAL-JOUVE hat indessen erwähnt, dass die oben als „Polsterhaare“ beschriebenen Trichome in diesen Streifen auftreten können. Ich habe gefunden, dass sie bei zahlreichen Panicoideen (seltener bei Poaeoideen) regelmässig in diesen Streifen auftreten, allerdings gewöhnlich in grössern Abständen, so dass sie den Habitus der Streifen nicht wesentlich verändern. VOLKENS fand bei gewissen Andropogoneen handschuhfingerartige Trichome eingestreut. Ich habe häufig sporadische Winkel- und Stachelhaare beobachtet. In einem Falle (*Nardus stricta*, Tafel I) fanden sich Winkelhaare regelmässig in einer bis zwei Reihen im Grunde der Längsrillen der Oberseite (Tafel I, 1, 5, 2w), bei *Bambusa verticillata* besonders häufig längs der Ränder der Blasenzellstreifen. Bei *Aegopogon pusillus* liegen zwischen den Blasen- zellen Kieselkurzzellen (Tafel VI, 37). Hinsichtlich der topographischen Anordnung dieser Streifen verweise ich auf DUVAL-JOUVES Histotaxie.

Die Streifen über Bast enthalten gewöhnlich Lang- und Kurzzellen, und zwar meist Kiesel- und Korkkurzzellen zugleich, selten bloss Korkkurzzellen (*Hierochloa alpina*) oder bloss Kieselkurzzellen (*Pogonatherum crinitum*). Meist kommen dazu noch Stachelhaare, seltener Borstenhaare (Reis), Weichhaare (*Poa pratensis*) oder Winkelhaare (*Pogonatherum*, *Zoysia*).

Die Streifen der Blattfläche sind meist einfach (Ausnahme: *Isachne arundinacea* Unterseite), die Medianstreifen der zusammengesetzten Mittelnerven und die Blattrandstreifen häufig gefeldert. Die Felderung wird in erster Linie bedingt durch ungleiche Form und Verteilung der Kurzzellen, in zweiter Linie auch durch die Anordnung der Trichome.

Man kann zwei Hauptsorten von Streifen und Feldern unterscheiden:

1. In allen Reihen wechseln regelmässig Langzellen mit Kurzzellpaaren. Jedes Paar besteht aus einer apical (oben, vorn) gelegenen Kieselkurzzelle und einer basal (unten, hinten) liegenden

Korkkurzzelle (Tafel V, 14, 17). Bisweilen liegen die Kurzzellen auch einzeln oder zu drei bis vier zwischen zwei Langzellen (Tafel VII, 10, 14).

2. Reine Langzellreihen wechseln mit reinen Kurzzellreihen. In den Kurzzellreihen alternieren in der Regel Kork- und Kieselkurzzellen (Tafel III, 26; IV, 3). Es kommen aber auch reine Kieselkurzzellreihen (Tafel VI, 29) und reine Korkkurzzellreihen (Tafel VII, 11) vor. Trichome liegen immer in den Kurzzellreihen.

Diesen beiden Hauptstreifenarten reihen sich zwei seltener auftretende Fälle an:

3. Kurzzellarme bis kurzzellfreie Langzellreihen wechseln mit solchen Reihen, wo Lang- und Kurzzellen (letztere meist gepaart) mehr oder weniger regelmässig alternieren (*Nardus stricta*, Tafel I).

4. Kurzzellfreie Langzellfelder (Tafel IV, 4).

Gefelderte Streifen über Bast zeigen die Figuren: Tafel I, 1_{III}; VII, 14; II, 5; IV, 4.

Nicht nur sind die Baststreifen des Mittelnervs und des Randes oft anders gebaut als diejenigen der Fläche (den frappantesten Fall in dieser Beziehung bildet das Blatt von *Amphicarpum Purshii*, Tafel VI, 4, 5), sondern auch die Streifen der Blattfläche differieren häufig wieder unter sich nach Form und Anordnung der Kurzzellen und durch ungleiche Häufigkeit der Stachelhaare. Bald ist ein solcher Unterschied nur zu erkennen zwischen Streifen verschiedener Blattseiten (Tafel I), bald besteht er auch zwischen ungleich breiten Streifen derselben Blattseite. Man kann im letzteren Falle primäre (breite) und sekundäre (schmale) Streifen unterscheiden in Anlehnung an die entsprechende Bezeichnung der zugehörigen, ungleichstarken Mestombündel. Wie diese im Innern des Blattes gesetzmässig wechseln, ebenso regelmässig wechseln bisweilen (*Ichnanthus*) in der Epidermis Baststreifen von zweierlei Bau und Breite (Tafel III, 27).

Die Streifen über Parenchym sind die Träger der Spaltöffnungen. Die Verbreitung der letztern wurde nur für die Panicoideen festgestellt. Weitaus die meisten Arten besitzen solche auf beiden Blattseiten. Sie können aber auch bloss unten (*Spodiopogon*, *Isachne*), oder bloss oben (*Elionurus*, *Hierochloa alpina*) vorkommen. Letzteres ist für Roll- und Falzblätter charakteristisch.

Ausser den Spaltöffnungen enthalten die Streifen über Parenchym immer Langzellen, gewöhnlich auch Kurzzellen, Kork- und Kieselkurzzellen zugleich oder bloss Korkkurzzellen, selten (*Ichnanthus*) vorwiegend Kieselkurzzellen. Sie führen ferner häufig Winkel- oder Stachelhaare oder beide zugleich, seltener Borsten- und Weichhaare.

Die Spaltöffnungen sind äusserst selten gleichmässig über die ganze Breite eines Streifens verstreut (*Anthaenanthia lanata*, Tafel II, 13). In der Regel fehlen sie:

1. In den ein bis drei Reihen, welche zunächst an einem Streifen über Bast liegen (Tafel I, 1_{rf}) (bisweilen auch in den, den Blasenzellstreifen zunächstliegenden Reihen).

2. Über Mestom (Tafel VII, 14a).

3. Auf der Blattunterseite im Mittelfeld solcher Streifen über Parenchym, welche breite, mestomfreie Blatträume überspannen (Tafel I, 6).

Man kann also dreierlei topographisch verschiedene, stomafreie Parenchymfelder unterscheiden:

1. Randfelder, liegen an den Rändern der Streifen über Parenchym und grenzen an Streifen über Bast oder Blasenzellstreifen.

2. Mestomfelder, liegen immer über kleinen Mestombündeln (tertiäre Bündel DUVAL-JOUVES) und sind durch Assimilationsgewebe direct mit denselben verbunden. Sie finden sich gewöhnlich zu drei bis mehreren innerhalb eines Streifens über Parenchym (Tafel II, 23 u—s).
3. Mestomfreie Mittelfelder, liegen nie über Mestom, bilden in der Regel die mittlere Partie jener Streifen über Parenchym, welche auf der Unterseite flacher Blätter (Ausnahme: Tafel II, 11) relativ breite, mestomfreie Räume überspannen (Tafel I, 6).

Mestom- und Mittelfelder grenzen beiderseits an Stomafelder, können also kurzweg interstomatäre Felder genannt werden.

In den Stomafeldern kommen Kurzzellen und Trichome nur ausnahmsweise vor, dafür erfüllen sie die Randfelder und die interstomatären Felder. Unter den Trichomen sind Winkel- und Stachelhaare am häufigsten.

Unter Mitberücksichtigung der Felderung (die stets schmalen Randfelder werden hierbei ausser Acht gelassen!) kann man folgende Gattungen von Streifen über Parenchym unterscheiden:

A. Einfache Streifen:

1. „Leere“ Streifen, nur aus Langzellen bestehend (*Hierochloa alpina*, Tafel VII, 12).
2. Kurzzellstreifen, keine Spaltöffnungen, dagegen zahlreiche Kurzzellen, oft auch Trichome führend. Häufig auf der Unterseite der Roll- und Falzblätter. (*Nardus stricta*, Tafel I; *Sesleria coerulea*, Tafel VII, 14 a, e, f.)
3. Stomastreifen, Spaltöffnungen über der ganzen Breite führend (*Anthaenantia lanata* [Ober- und Unterseite], Tafel II, 13; *Nardus stricta* [Oberseite], Tafel I).

B. Zusammengesetzte (gefelderte) Streifen:

4. Dreifelderstreifen der Blattunterseite (über mestomfreien Blatträumen), bestehend aus zwei seitlichen Stomafeldern und einem stomafreien Mittelfeld (*Bambusa verticillata*, Tafel I, 6).

Bei flachen Blättern liegt das Mittelfeld einem Blasenzellstreifen und jedes Stomafeld einem Streifen über Parenchym gegenüber.

5. Mestomfelderstreifen, über mestomhaltigen, bastfreien Blatträumen, mindestens ein, meist drei bis viele, mit Stomafeldern alternierende Mestomfelder enthaltend (Tafel II, 23 u—s).

Verkieselung.

Über die Verkieselung bei den Gräsern liegen nur dürftige, zum Teil ganz falsche Angaben vor.

HUGO v. MOHL (21) erwähnt die ältesten, diesbezüglichen Untersuchungen von SAUSSURE, HUMPRY DAVY, READE und PAYEN und legt seine eigenen, hauptsächlich auch hinsichtlich der Untersuchungsmethode wertvollen Beobachtungen dar. Er weist bereits darauf hin, dass die Anwendung von Schwefelsäure bei der Herstellung von Kieselskeletten sehr störende Quellungserscheinungen zur Folge haben kann. ZIMMERMANN erwähnt diesen Umstand in seiner „Mikrotechnik“ mit keinem Wort. Thatsächlich lässt sich die

deformierende Wirkung der Schwefelsäure bei Grasepidermen nur dann vermeiden oder doch auf ein Minimum einschränken, wenn man die in geringster Menge zugesetzte Säure äusserst langsam verdampfen lässt.

Diesbezügliche Beobachtungen machten in der Folge hauptsächlich WIESNER, DE BARY, KOHL. *) Obgleich aber der erstgenannte bereits Kieselkurzzellen beim Mais und Zuckerrohr nachwies, schreibt KOHL den Gräsern wieder ausschliesslich Membranverkieselung zu.

Thatsächlich kommt bei den Gräsern nicht nur Membran-, sondern auch Inhaltsverkieselung ganz allgemein vor.

a. Membranverkieselung.

Über die Membranverkieselung habe ich keine vergleichenden Untersuchungen angestellt. Doch lassen verschiedene Thatsachen vermuten, dass von Blatt zu Blatt und von Art zu Art wesentliche Differenzen bestehen können und dass oft der hohe Kieselgehalt der Asche grösstenteils oder ausschliesslich herrührt von den intracellulären Kieselkörpern. So erwähnt H. v. MOHL, die (bekanntlich derben) Blätter von *Lygeum Spartum* seien nur äusserst schwach verkieselt, da es nicht gelinge, ein Glühskelett davon herzustellen. Dennoch besass das mir vorliegende Blatt reichlich Kieselkurzzellen.

Bei *Hierochloa alpina* färbten sich die dünnwandigen Langzellen der oberen Epidermis auf Zusatz von Chlorzinkjodlösung ohne weiteres in ihrem ganzen Umfang blau. Die verdickten Langzellen der Unterseite reagierten gleich im Bereich der Innenwände und der inneren Schichten der Aussenwände. Dieselben Schichten quollen auf Zusatz von Chromsäure bis zum Schwund des Lumens.

Neun Paniceenspecies wurden zugleich in derselben wässrigen Safraninlösung ca. 30 Minuten erwärmt und hierauf wieder gemeinsam in heissem Phenol aufgehellt. Die Tinction der Langzellmembranen war sehr ungleich je nach der Art:

Bei *Panicum*, *Digitaria*, *Chamaeraphis*, *Setaria*, *Stenotaphrum* und *Olyra latifolia* war die Färbung gleich null oder minim, am deutlichsten noch über den Bastrippen, speciell am Blattrande.

Bei *Pennisetum* und *Cenchrus* war die Tinction deutlicher, besonders über Bast an den Aussen- und Innenwänden.

Bei *Spinifex hirsutus* färbten sich alle Langzellen ringsum ziemlich intensiv rot.

Die Färbung giebt Anhaltspunkte, wie weit die Membranen cuticularisiert und nicht verkieselt sind.

Die Blasenellen färbten sich nicht, wie zu erwarten war. Bei *Olyra latifolia* erhielt ich von den Membranen solcher Zellen ein äusserst zartes Kieselskelett. Hie und da trifft man Epidermen, wo innerhalb der Blasenzell- oder Parenchymstreifen sich unregelmässig umschriebene, von den Zellgrenzen völlig unabhängige Stellen finden, wo die Membranen durch alle Schichten und auffallend stärker verkieselt sind als in der übrigen Epidermis. Solche Stellen treten in stark lichtbrechenden Medien in der Flächenansicht als dunkle Netze hervor. Oft sitzt in ihrer Mitte ein Trichom, welches (in ähnlicher Weise, wie dies schon von Vertretern anderer Familien beschrieben wurde) ein Verkieselungscentrum zu bilden scheint. (Vergl. auch Tafel IX, 22.)

Die Randstachelhaare von *Nardus* und *Beckera* sind durch alle Schichten verkieselt. Letztere tragen auf ihrer Innenseite ebenfalls verkieselte, warzenförmige Buckel (Tafel IX, 21).

*) Vergl. auch G. POIRAULT, Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires, p. 240 u. ff.

b. Inhaltsverkieselung.

Alle Elemente der Epidermis können gelegentlich ihr Lumen vollständig mit Kieselsäure ausfüllen,

z. B. Langzellen über Bast: Tafel V, 14, 28,

„ „ Assimilationsgewebe: Tafel IX, 1; V, 14,

Korkkurzzellen: Tafel V, 21 d,

Zwischenzellen: Tafel V, 15 a,

Kieselkurzzellen (regelmässig!): Tafel III—VI,

Winkelhaare: Tafel VIII, 4,

Stachelhaare: Tafel VII, 15.

Auch Bastzellen (Mais, *Erianthus*, *Reimaria*, *Spinifex*, Reis, *Leersia hexandra* und *L. virginica*, Tafel IX, 19), ferner Tracheiden der Queranastomosen (*Reimaria*, *Tricholaena rosea*) und assimilierende Zellen (*Phalaris arundinacea*) können im Lumen verkieseln.

Endlich kommen auch intercelluläre Kieselkörper vor, Ausgüsse von Intercellularräumen im Assimilationsgewebe, vorzüglich unter Spaltöffnungen (*Spodiopogon*, *Erianthus*, *Themeda*, *Anthaeantia*, *Amphicarpum*, *Panicum*, *Tricholaena*, *Zizaniopsis*, *Leptaspis*, Reis, *Leersia hexandra*, *Nardus stricta*, Tafel IX, 20).

Die Kieselkurzzellen sind schon sehr früh von Kieselsäure erfüllt, zu einer Zeit, wo das Blatt noch im Knospenstadium sich befindet und noch im Wachstum begriffen ist (*Nardus*, *Cenchrus*, Mais). Genauer wurde der Zeitpunkt der Verkieselung nicht festgestellt.

Sie sind von einer sehr dünnen, meist erst nach Lösung des Kieselkörpers deutlich wahrnehmbaren Membran umschlossen.

Bei den übrigen Elementen tritt Inhaltsverkieselung offenbar erst ein, nachdem das Längenwachstum des Blattes und das Dickenwachstum der einzelnen Zellen vollendet ist, denn man bemerkt an gleichartigen Zellen mit und ohne Kieselkörper nie durchgreifende Unterschiede in den Dimensionen oder in der Dicke der Membranen (Tafel IX, 7; IV, 2).

Die Kieselkörper treten in zwei verschiedenen Modificationen auf:

1. Als homogene, weisslich oder bläulich glänzende, glasharte Massen von muscheligem Bruch (Tafel IX, 16, 17), welche häufig einige punktförmige Bläschenräume enthalten.

Diese Modification bildet die Regel, bei Kieselkurzzellen und Blasen Zellen fast ausnahmslos.

2. Als sandig-poröse Massen, welche im durchfallenden Licht schwärzlich oder bräunlich, im auffallenden milchweiss erscheinen (Tafel IX, 4). (Langzellen von *Phalaris arundinacea* u. a., Flächen- und Randstachelhaare von *Spodiopogon*, *Saccharum* u. a., Basalzellen vieler Winkelhaare.)

Diese beiden Sorten von Kieselkörpern sind durch Übergangsformen verknüpft, welche zwar ziemlich selten auftreten, welche aber Licht werfen auf die Entwicklungsgeschichte der homogenen Kieselmassen. Hie und da stösst man nämlich auf Kieselfüllungen, welche einen ganz allmählichen Übergang erkennen lassen von der sandig-porösen in die homogen glasige Consistenz. Am schönsten ausgeprägt fand ich solche Kieselkörper bei *Saccharum aegyptiacum*. Man bemerkt hier häufig mitten in den homogen gewordenen Partien ovale bis rundliche, poröse Inseln (Tafel IX, 2, 3). Auch am Blattrand findet man

solche Stadien bisweilen häufig innerhalb der Randstachelhaarreihe. Solide und poröse Kieselkörper und Zwischenstadien folgen sich in buntem Wechsel (*Pogonatherum*, *Leersia hexandra*).

Offenbar wird die Erfüllung des Lumens mit Kieselsäure eingeleitet durch Bildung eines feinzelligen Maschwerks. Infolge weiterer Einlagerung von Kieselsäure in die Interstitien des Gerüsts entsteht homogene Verkieselung und zwar schreitet dieselbe centripetal vorwärts.

Auch Kieselkurzzellen sind gelegentlich durchweg porös verkieselt (*Olyra latifolia*, *Zoysia pungens*), oder bloss an der Peripherie homogen und im Innern porös (*Olyra latifolia*, *Isachne arundinacea*, Tafel IX, 5). Doch sind solche Fälle äusserst selten, wohl deshalb, weil die Kieselkurzzellen schon sehr früh und in allererster Linie verkieselten.

Aus diesem Verkieselungsmodus erklärt sich auch die mannigfaltige, oft (besonders bei Kieselkurzzellen) auffallend symmetrische Verteilung der Bläschen (Tafel IX, 27, 28). Jenachdem der Consolidierungsprocess des porösen Gerüsts mehr oder weniger weit fortgeschritten ist, enthält der Kieselkörper einen oder mehrere Bläschenschwärme oder nur wenige einzelne Bläschen (Tafel V, 28; VI, 1). Wenn die porösen Inseln (Tafel IX, 2, 3) sich immer mehr verengen, entsteht schliesslich eine Reihe oder Gruppe von Einzelbläschen, ähnlich wie in den Tafel IX, 27 dargestellten Kieselkurzzellen. Wenn die Verkieselung symmetrisch von aussen nach innen fortschreitet, entstehen jene charakteristischen, an Dominosteine erinnernden Figuren (Tafel IX, 23, 27--30); wenn sie gleichmässig vom einen Ende der Zelle zum anderen fortschreitet (Tafel IX, 2), wird schliesslich eine Porengruppe an dem von der Verkieselung zuletzt erreichten Ende übrig bleiben (Tafel V, 28). Wie sich aus der letzteren Figur ergibt, muss angenommen werden, in ein und demselben Blatte schreite die Verkieselung in gleichartigen Zellen in ungleicher Weise vorwärts, daher die ungleiche Lagerung der Porengruppen.

Selbstverständlich wollen obige Ausführungen beim Mangel einlässlicher Untersuchungen über die Genesis der Kieselkörper nur als hypothetischer Erklärungsversuch aufgefasst werden.

Nach CRÜGER (vergl. KOHL, Kalksalze und Kieselsäure etc.) entstehen die intracellulären Kieselkörper der Cautorinde (*Moquilea*) in ganz analoger Weise durch Bildung eines porösen Gerüsts und nachträgliche Consolidierung desselben von aussen nach innen.

Das Verhalten der Kieselkörper gegen Lösungsmittel und beim Glühen wurde in erster Linie an der kieselreichen Epidermis von *Olyra latifolia*, ausserdem auch bei zahlreichen andern Arten geprüft.

Auf Zusatz verdünnter Flussäure lösen sich die homogenen Kieselkörper rasch, indem sie von aussen her abschmelzen, wobei oft ein immer kleiner werdender Rest im Zellumen umherschwimmt.

An geglühten Epidermen löst sich zuerst das Membranskelett, worauf die Kieselkörper frei werden und sich schliesslich ebenfalls lösen.

Die Bläschen verschwinden oder bleiben als kleine Körnchen oder Körnchengruppen zurück. Wurden die Kieselmassen vorher geglüht, dann sind die Körnchen oft tiefschwarz und bestehen in diesem Falle offenbar aus verkohlten, vielleicht mit Kieselsäure zusammengesinterten Inhaltsresten.

Auch in concentrirter Kalilauge waren die Kieselkörper von *Olyra latifolia* löslich, aber immer nur teilweise nach tage- bis wochenlanger Einwirkung. Oft waren bloss die centralen Partien herausgefressen (Tafel IX, 14a, 15), oft entstanden umgekehrt oberflächliche, rundliche Gruben (Tafel IX, 14b).

Beim Glühen der Epidermis von *Olyra latifolia* (im Platintiegel) bräunte sich regelmässig ein grosser Teil der Kieselkörper, in erster Linie diejenigen der Blasen Zellstreifen. Diese Färbung verlor sich auch

nach mehrfacher Wiederholung der Procedur nicht; im Gegenteil, manche beim ersten Glühen klar gebliebene Kieselkörper (z. B. Kieselkurzzellen) bräunten sich in der Folge ebenfalls. Einzelne blieben aber durchaus klar, einzelne färbten sich auch schwarz, sodass vier Sorten deutlich zu unterscheiden waren:

1. Kieselkörper nach mehrmaligem, intensivem (30 bis 60 Minuten langem) Glühen klar. (Zahlreiche Kieselkurzzellen, wenige Blasenzellkieselkörper [Tafel IX, 10 A b].)
2. Der Kieselkörper hat die Farbe von hellem Rauchtropas, d. h. er ist im durchfallenden Licht bräunlich und durchsichtig und bleibt dunkel im auffallenden Licht (Tafel IX, 10 Ac, Bc).
3. Eine gewöhnlich schmale, periphere Zone bleibt hell, der Kern des Kieselkörpers ist im durchfallenden Licht braun und undurchsichtig, im auffallenden rein milchweiss (Tafel IX, 10 Aa, Ba, 11). Dies deutet schon darauf hin, dass eine innere Zersplitterung des Kieselkörpers stattgefunden hat und die Braunfärbung auf Absorptions- und Reflexionserscheinungen beruht. In der That brachte weder intensive Behandlung mit dem SCHULZE'schen Gemisch, noch Einlegen in ausgekochtes Wassers eine Änderung im optischen Verhalten hervor. In Flussäure erfolgte während der Lösung eine charakteristische Aufhellung.

Bräunung dieser Art trat an den Kieselkörpern der Blasenzellstreifen am frühesten, am deutlichsten und auch am häufigsten ein. Bisweilen waren dieselben bis zur Mitte eingerissen, gleichsam geborsten. Bei Lang- und Kieselkurzzellen trat Bräunung erst nach länger fortgesetztem Glühen allgemeiner auf. Die centrale, braune Zone war hier durchschnittlich heller und kleiner und nahm entweder eine (allfällig vorhandene) Bläschengruppe in sich auf oder lag gesondert neben derselben.

Topasbraune, durchsichtige und sandig-poröse, braune, im auffallenden Licht milchweisse Kieselkörper kommen auch in ungeglühtem Zustand bisweilen vor.

4. In den Glühskeletten der Blasenzellstreifen von *Olyra latifolia* fanden sich selten auch vollkommen undurchsichtige, schwarze, in Flussäure unlösliche, jedenfalls kohlehaltige Körper (Tafel IX, 10 d).

Die topographische Verteilung der Kieselkörper in der Epidermis lässt wenig Regelmässigkeit erkennen, wenn man von der Anordnung der Kieselkurzzellen absieht. Diese ist allerdings in der Regel ganz gesetzmässig und wird in einem besondern Capitel geschildert werden.

Die übrigen Epidermiselemente mit Kieselinhalt zeigen durchaus keine constanten Beziehungen zur Mesophyllunterlage. Langzell- und Trichomkieselkörper können über Bast und über Assimilationsgewebe, auf der Ober- und auf der Unterseite des Blattes, in der Region des Mittelnervs, der Blattfläche oder des Blattrandes auftreten. Bald sind sie isoliert, bald treten sie zu kleinern oder grössern Gruppen zusammen (Tafel IX, 1). Bisweilen entstehen förmliche Platten (Tafel IX, 1, 4). Mitten darin sitzt dann häufig ein Trichom (am häufigsten ein Borstenhaar, Tafel IX, 4) und bildet, wie auch bei Vertretern anderer Familien, eine Art Verkieselungscentrum.

Am häufigsten treten Platten auf am Blattrande. Derselbe ist an kieselreichen Blättern gar nicht selten auf längere Strecken von einem zusammenhängenden Panzer von Langzellkieselplättchen bedeckt (*Rotboellia*, *Pogonatherum*, *Isachne arundinacea*, *Leersia hexandra*).

Grössere Platten fanden sich ferner in den Blasenzellstreifen von *Olyra latifolia*, *Isachne arundinacea*, *Oryza sativa*; in den Streifen über Parenchym auf der Blattfläche bei *Perotis*, *Themeda*, *Olyra latifolia*, *Leptaspis*.

Bei *Olyra latifolia* waren diese Platten localisiert auf die drei bis vier Streifen über Parenchym, je links und rechts zunächst dem Mittelnerv auf der Blattunterseite.

Häufig liegen mitten in solchen Platten Korkkurzzellen mit kieselfreiem Lumen.

Unter den inhaltsverkieselten Trichomen habe ich bloss Stachel- und Winkelhaare gelegentlich in grösserer Zahl nebeneinander auftreten sehen:

Stachelhaare über der Blattfläche bei *Pharus*, *Aristida*, *Mühlenbergia*, *Ampelodesmos* u. a., am Blattrand bei *Spodiopogon*, *Andropogon*, *Ischaemum*, *Reimaria*;

Winkelhaare auf der Blattunterseite beim Mais, *Themeda*, *Amphicarpum*, *Iseilema*. In der Regel führt bei den cylindrischen (weitaus am häufigsten auftretenden) Winkelhaaren bloss die Basalzelle einen Kieselkörper.

Specieller Teil.

Langzellen.

Wie schon im allgemeinen Teil hervorgehoben wurde, ist die noch in neuester Zeit von GÜNTZ und HOHENAUER aufgestellte Behauptung, dass Lang- und Kurzzellen sich schliesslich bloss in ihren Dimensionen unterscheiden, vollständig hinfällig. Ich habe auch nie Blätter gefunden, wo Lang- und Kurzzellen ohne scharfe Grenze ineinander übergangen. Nach GÜNTZ soll dies z. B. bei *Coix Lacryma* über Parenchym der Fall sein. An dem mir vorliegenden Blatt derselben Art unterschieden sich beide Zellformen schon in den Dimensionen ganz scharf. Dennoch giebt es Fälle, wo Lang- und Kurzzellen scheinbar ineinander übergehen. Einen solchen zeigt Tafel II, 4. Die Zellen werden am Blattrande gegen die Randreihe hin immer kürzer und sind in der Randreihe selbst stellenweise kaum länger als breit. Diese kurzen Zellen unterscheiden sich aber weder in der Wanddicke, noch in den chemischen Eigenschaften von den übrigen, es sind einfach auffallend kurze „Langzellen.“ Man kann auch leicht andere, analog gelegene Stellen auffinden, wo alle Zellen deutlich langgestreckt sind.

Der Ausdruck „Langzelle“ ist in der That bei den Gräsern fast ausnahmslos zutreffend für jene Zellengattung, welche bei den weniger hoch differenzierten Epidermen anderer Familien schlechthin „Epidermiszellen“ genannt wird. Sie bilden die Hauptmasse der Epidermis und erfüllen in erster Linie die ursprünglichste Function einer solchen, eine schützende Haut über den inneren Geweben zu bilden. Sie sind nicht nur selbst längsgestreckt, sondern auch länger als die Kurzzellen derselben Reihe. Nun kommen aber in der Grasblattepidermis noch zwei Sorten von Zellen vor, welche man unmöglich weder den Lang- noch den Kurzzellen beizählen kann und welche sich auch untereinander scharf unterscheiden.

Die eine dieser zwei Formen findet sich auf der Unterseite des Blattes von *Isachne arundinacea* (Tafel II, 5). Wie auch bei zahlreichen anderen Arten ist hier jeder Streifen über Parenchym in drei Felder differenziert, in zwei seitliche Stomafelder und in ein „mestomfreies“ Mittelfeld. Dasselbe nimmt hier fast die ganze Breite des Streifens ein und besteht ausschliesslich aus deutlich quergestreckten, je eine Papille tragenden Zellen. Dieselben als Kurzzellen anzusprechen, geht nicht wohl an; denn diese sind in allen übrigen Fällen, in Feldern und Streifen, mit Langzellen gemischt und kommen in dieser Form nirgends vor. Man kann sie kurzweg als „Querzellen“ von den Lang- und Kurzzellen unterscheiden. (Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch im Pericarp der Gramineen-Caryopsen „Querzellen“ vorkommen.)

Die zweite Form findet sich in den Streifen über Bast und Parenchym bei *Pharus scaber* und *Leptaspis conchifera*. Es sind Epidermiszellen, welche vollständig Bastzellqualität angenommen haben (Tafel III, 25; IV, 1, 2). In den Streifen über Bast sind sie viel weniger augenfällig als über Parenchym. In ersteren sind auch ächte Langzellen häufig so lang und schmal, dass sie von Bastzellen sich nicht mehr wesentlich unterscheiden. Verschiedene Autoren erwähnen denn auch bastartige, über Stereom liegende Epidermiszellen mit schief gestellten Querwänden. HABERLANDT (Entwicklungsgeschichte des mechanischen Systems) beobachtete solche über Bast in der äusseren Epidermis von *Festuca spadicea* und er hebt ausdrücklich hervor, dass sie vollständig prosenchymatische Form angenommen haben. Bei anderen Autoren ist man darüber oft im Zweifel.

Über das Vorkommen solcher Zellen in Streifen über Parenchym finden sich in der Litteratur keine Angaben. Bei allen drei oben genannten Arten liegen sie einzeln oder zu mehreren (in diesem Falle oft mit den Enden anastomosierend) direct über Assimilationsgewebe, mitten zwischen typischen Langzellen und fassen regelmässig reine Kurzzellreihen zwischen sich. Ich habe diese Zellen schon im allgemeinen Teil als „bastförmige Epidermiszellen“ aufgeführt.

GÜNTZ hat als Resultat vergleichend-anatomischer Untersuchungen gefunden, dass bei den Langzellen die Dicke der Aussenwände und der Wellungsgrad der Seitenwände in Beziehung stehen zur Grösse des Blattes und zu Klima und Standort. Er hat ferner gefunden, dass Kurzzellen hauptsächlich zwischen gewellten Langzellen auftreten und zwischen glattwandigen häufig fehlen. Diese letztere Behauptung kann ich nicht bestätigen.*) Allerdings sind Streifen aus glattwandigen Zellen oft relativ ärmer an Kieselkurzzellen.

Ich habe ausserdem innerhalb der Gruppe der Langzellen einige Thatsachen beobachtet, welche mir in der Litteratur nirgends begegnet sind.

Bei *Nardus stricta* habe ich genauere Messungen über Länge und Breite der Langzellen verschiedener Streifen angestellt (vergl. auch Tafel II, 1):

Unterseite:

Streifen über Bast:	Länge	Breite
Kurzzellfreie Reihen	170—375 μ	6—8 μ
	meist mindestens 200 μ	
Kurzzellhaltige Reihen	15— 55 μ	8—9 μ
Streifen über Parenchym	50—150 μ	14 μ

Oberseite:

Streifen über Bast (sehr arm an Kurzzellen) . . .	54—108 μ	10,8 μ
---	--------------	------------

Aus der Tabelle ergibt sich, dass die durchschnittlich längsten und die durchschnittlich kürzesten Langzellen, welche über Bast vorkommen, in den Streifen über Bast auf der Unterseite in ungleichen Reihen liegen, dass sich diese durch den Kurzzellengehalt differierenden Reihen ferner auch in der Breite unterscheiden, dass endlich die Langzellen der anstossenden Streifen über Parenchym in der Länge die Mitte halten zwischen den Zellen der beiderlei Reihen der anstossenden Streifen über Bast, aber (wie gewöhnlich) breiter sind als beiderlei „Bastreihen“.

*) Vide p. 8.

Über Bast sind bekanntlich die Epidermiszellen ganz allgemein schmaler und niedriger als über dem Assimilationsgewebe, nach HABERLANDT deshalb, weil sie durch das angrenzende Stereom in der Entwicklung gehemmt werden. Ist diese Ansicht richtig, dann muss dieser Unterschied in den Dimensionen immer hervortreten, wo die entsprechenden Gewebe aneinanderstossen. Dies ist aber nach DUVAL-JOUE sowie nach meinen eigenen Untersuchungen keineswegs der Fall.

Bei *Zizaniopsis Arecharaetae* (Spreite) sind die Langzellen der Streifen über Bast (Tafel II, 6) so breit und hoch wie diejenigen der Streifen über Parenchym, über den Baststrängen des Mittelnervs eher noch höher. Auch bei Mais und *Coix* traf ich bisweilen kleine Bündel von ein bis drei Zellen, welche ohne Einfluss auf die darüberliegenden Epidermiszellen geblieben waren (Tafel II, 9). Ob dieselben selbständige „Hautnerven“ oder nur die verschmälerten Enden stärkerer Bündel waren, habe ich nicht untersucht. In der Regel sind die Epidermiszellen auch über den kleinsten Strängen verengt (Tafel II, 10). Nach HABERLANDT sind solche Bündel bisweilen epidermalen Ursprungs. Solche bieten dann eine interessante Parallele zu den vollständig in die Epidermis eingetretenen, bastförmigen Epidermiszellen der Streifen über Parenchym von *Pharus* und *Leptaspis*.

Aus den Tafeln, welche DUVAL-JOUE'S Abhandlung über die Gramineen grannen (VII) beigegeben sind, ergibt sich, dass hier die über Stereom liegenden Zellen in der Mehrzahl der Fälle einen grössern Querschnitt besitzen als über Assimilationsgewebe.

Auf der Unterseite des Blattes von *Festuca thalassica* nahm die Wellung von der Mitte eines Streifens über Bast bis zur Mitte des anstossenden Streifens über Parenchym continuierlich bis auf Null ab.

Bei *Nardus stricta* fand ich in den um den Blattrand herumliegenden Streifen über Parenchym drei deutlich verschiedene Stufen der Wellung und Membranverdickung. (Vergl. Tafel I, 3, 4, 5 mit der Orientierungsfigur Tafel I, 2.) Wie Figur 5, Tafel I, sind alle Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite, wie Figur 3, Tafel I, alle Streifen über Parenchym auf der Oberseite, mit Ausnahme des dem Blattrand zunächstliegenden, gebaut. Dieser letztere (Tafel I, 17, 4) hält in Wellung und Membranverdickung die Mitte. Diese Mittelstellung ist biologisch verständlich, denn da das Blatt meist in halb offenem Zustand sich befindet, sind diese Streifen zwar in geschützterer Lage als diejenigen der Aussen-seite, aber doch Einflüssen von aussen mehr ausgesetzt, als die weiter einwärts in den Rillen liegenden Streifen.

Die Langzellen der äussersten Randreihen des Blattes sind oft besonders derb, oft auch intensiver gewellt als diejenigen der benachbarten Reihen: *Apluda*, *Arthraxon*, *Antheophora*, *Hygroryza*, *Phalaris*, *Nardus*. Darüber finden sich auch in der Litteratur zerstreute Notizen.

Die Aussenwände der Langzellen sind entweder annähernd eben (im Querschnitt sanft gewölbt), oder sanft gewellt (Tafel X, 13b), oder blasig auswärts gewölbt (Tafel VIII, 33). Oft tragen sie regelmässig oder unregelmässig gestellte Papillen oder Cuticularzäpfchen (Tafel X, 5—12). Die Anordnung derselben wird im Anschluss an die Trichome und Spaltöffnungen näher dargelegt werden. Die hauptsächlichsten Beobachtungen über das mikrochemische Verhalten der Membranen wurden bereits in dem Abschnitt über Verkieselung angegeben. Hier soll nur noch hervorgehoben werden, dass die mit dem SCHULZE'schen Macerationsgemisch losgetrennten Membranen regelmässig auf Chlorzinkjodzusatz eine intensive Bläuung der meisten Langzellen ergaben (*Saccharum aegyptiacum*, *Olyra latifolia*, *Hierochloa alpina* und *H. borealis*, *Phalaris arundinacea*, *Nardus* u. a.). *Hierochloa alpina* zeichnete sich aus durch die in Chrom-

säure bis zum Schwund des Lumens quellenden, innern Schichten der Langzellen der untern Epidermis (Tafel VII, 3) und durch die direct (ohne vorherige Maceration) in ihrem ganzen Umfang sich bläuenden Epidermiszellen der Oberseite. Nur die Innenwände der letztern quollen deutlich auf in Chlorzinkjodlösung. Die zu diesen Reactionen verwendeten Epidermisstücke entstammten allerdings zum grossen Teil (darunter auch *Hierochloa alpina*) ältern Herbarexemplaren.

Fester farbiger Inhalt fand sich bei *Ehrharta Microlaena* und beim Mais. Bei der ersteren Art war er dunkel kaffeebraun und erfüllte sämtliche Langzellen des cylindrischen (Tafel II, 11), nur eine seichte Längsrille führenden Blattes. Beim Mais fanden sich solche Inhaltsmassen bloss in der Nähe des Blattrandes über Stereom und Assimilationsgewebe und färbten sich bei der Erwärmung mit SCHULZES Reagens braun.

Kieselkörper finden sich bei den meisten Arten, bald reichlich, bald spärlich in den Langzellen.

Blasenzellen.

DUVAL-JOUVE beschrieb in seiner Histotaxie (6) zum erstenmal in einlässlicher Weise eine für die Gramineenblätter charakteristische Sorte von Epidermiszellen und nannte sie „cellules bulliformes“, weil sie im Querschnitt immer blasenförmig nach dem Blattinnern vorgewölbt sind. HACKEL (9) nannte sie „Fächerzellen“, weil sie im Querschnitt fächerförmig angeordnet sind. TSCHIRCH (31) nannte sie bei den Schliessbewegungen ausführenden Blättern „Gelenkzellen“, VOLKENS (34) im Hinblick auf die Gräser der ägyptisch-arabischen Wüste „Wasserzellen“. GÜNTZ nennt merkwürdiger Weise alle diese Zellen ohne Unterschied „Gelenkzellen“. Dies ist wohl kaum gerechtfertigt. Da ihre Hauptfunction noch nicht genügend bekannt und jedenfalls nicht immer dieselbe ist, dürfte die Anwendung des neutralen Ausdrucks „Blasenzellen“ (in Anlehnung an DUVAL-JOUVES Bezeichnung) sich empfehlen. Damit ist zugleich eine nie fehlende, morphologische Eigentümlichkeit dieser Zellen im Namen ausgedrückt.

Sie sind in der Regel cubisch, von polygonalem Umriss (Tafel V, 21; IX, 12, 13), bisweilen aber auch deutlich und regelmässig längs gestreckt (*Nardus*, Tafel I; *Aegopogon pusillus*, Tafel VI, 37).

Die Zellen der mittlern Reihen sind nicht nur die höchsten, sondern häufig auch nach aussen hin stark keilförmig verschmälert, so dass sie bei Einstellung auf das äussere Niveau der Epidermis den Eindruck dicker Längswände hervorrufen (Tafel IX, 8, 9).

Die Seitenwände sind glatt (Tafel V, 21) oder sanft gewellt (Tafel IX, 12). Die äussern Längswände der Randreihen, welche an die stärker gewellten Streifen über Parenchym stossen, sind regelmässig von der Wellung mit ergriffen. Bisweilen nimmt die Wellung von den Streifen über Parenchym aus gegen die Mitte der Blasenzellstreifen hin ganz allmählich ab.

Die Seitenwände sind immer dünn, die Aussenwände meist verdickt, seltener ebenfalls dünn (Tafel II, 23). Beim Mais fand ich kollenchymatisch verdickte Innenwände. Die Aussenseite ist meist glatt, seltener (*Reis*, *Leersia*, *Zizania*) mit Cuticularwärtchen dicht bedeckt. In diesen letztern Fällen ist directe Aufnahme von atmosphärischem Wasser durch diese Zellen jedenfalls nicht denkbar. Papillen

habe ich allerdings über diesen Streifen nie beobachtet, auch dann nicht, wenn sie in den anstossenden Streifen über Parenchym vorhanden waren (*Nardus*, *Trachypogon*).

Tschirch hat für eine Reihe von Arten festgestellt, dass die Membranen aus reiner Cellulose bestehen. Meine spärlichen, in dieser Richtung gemachten Beobachtungen stimmen im wesentlichen damit überein (*Nardus*, *Sesleria*). Die nicht im Lumen verkieselten Blaszellen von *Olyra latifolia* ergaben ein äusserst zartes Kieselskelett.

In der Regel treten auf Querschnitten die Blaszellstreifen durch ihre weissglänzenden Membranen scharf hervor. Durch Tinctionsmittel kann die Grenze gegen die anstossenden Streifen über Parenchym noch schärfer gemacht werden. Sie entspricht dann in der Regel der Grenze zweier Zellreihen. Bei *Cenchrus tribuloides* ergab die Safraninfärbung einen allmählichen Übergang in die Streifen über Parenchym.

Festen organischen Inhalt habe ich in Übereinstimmung mit früheren Beobachtern nie angetroffen, dagegen sehr häufig homogene, intracelluläre Kieselkörper (Tafel IX, 1). Bei *Oryza sativa*, *Olyra latifolia* und *O. micrantha* bedeckten sie stellenweise die ganze Breite des Streifens und kamen überhaupt so massenhaft vor, dass an einen im Verlauf der Vegetationsperiode eingetretenen Functionswechsel dieser Streifen gedacht werden muss. (Die betreffenden Blätter des Reises entstammten fruchtreifen Exemplaren, bei *Olyra* konnte der Vegetationszustand nicht genau ermittelt werden.)

An der Innenseite der Kieselkörper von Lang- und Blaszellen verlaufen oft vorspringende Rippen, welche ein mehr oder weniger regelmässiges Netzwerk bilden, in dessen Maschen die subepidermalen Assimilationszellen hineinpassen (Tafel IX, 12).

Dass Trichome bisweilen sporadisch, Polsterhaare bei vielen Arten regelmässig in den Blaszellstreifen auftreten, wurde oben bereits erwähnt.

Aegopogon pusillus ist die einzige Art, welche in diesen Streifen zahlreiche Kurzzellen, und zwar stachelige Kieselkurzzellen, führt. (In der Litteratur finden sich über das Auftreten von Kurzzellen in Blaszellstreifen keine Angaben.)

Über die Anordnung der Streifen auf der Blattofläche berichtet Duval-Jouve in seiner Histotaxie ausführlich.

Gegen den Blattrand verhalten sich diese Streifen an den breiten Blättern von Mais und *Bambusa verticillata* sehr ungleich:

Beim Mais werden sie sehr schmal, ein- bis zweireihig, im Längsverlauf discontinuierlich und verkümmern schliesslich ganz; bei *Bambusa* sind sie auch am Rande wohl entwickelt, nur von etwas flacherem Querschnitt.

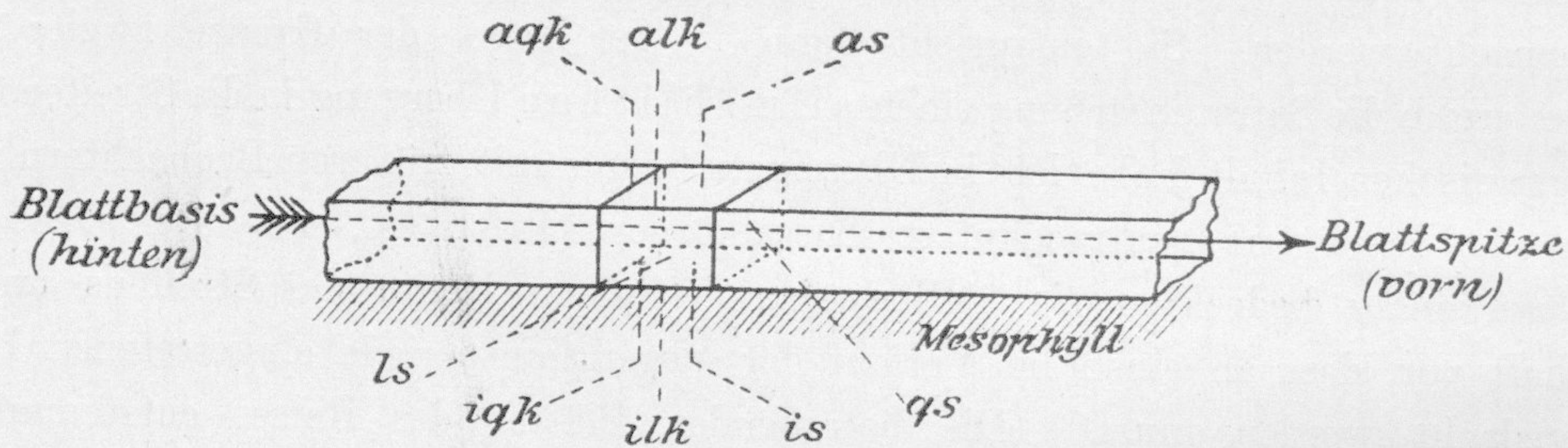
Nicht selten lassen sich im Bau der stomafreien Mittelfelder auf der Blattunterseite gewisse Analogien mit den gegenüberliegenden Blaszellstreifen erkennen. Nicht nur haben sich dieselben oft aller Kurzzellen und Trichome entledigt (reine Langzellfelder von *Phalaris*, *Centotheca*, *Cynosurus*), sondern die Zellen solcher Stellen werden auch häufig gegen die Mitte des Streifens höher (*Oplismenus*, *Ehrharta panicea*, *Amphicarpum Purshii*, Tafel II, 8).

Kurzzellen.

Morphologie.

1. Kieselkurzzellen.

Zur Erleichterung der Beschreibung denken wir uns jede Kieselkurzzelle von einem ihren Dimensionen angepassten, rechteckigen Parallelipedon umschlossen.



Der Pfeil zeigt die Richtung der Längsachse des Blattes. Diese ist zugleich die Richtung der Längsreihen der Epidermiszellen. Da er mitten durch die Kurzzelle geht, bildet er zugleich die Längsachse dieser Zelle. Eine Linie, welche ebenfalls mitten durch die Kurzzelle geht und senkrecht zur Längsachse und parallel zur Blattfläche verläuft, bildet die Querachse dieser Zelle. Um diese Achsen gruppieren sich folgende Elemente:

Eine Aussenseite (*as*) und eine Innenseite (*is*); zwei Längsseiten (*ls*) und zwei Querseiten (*qs*); vier Längskanten, zwei äussere (*alk*) und zwei innere (*ilk*); vier Querkanten, zwei äussere (*aqk*) und zwei innere (*iqk*); vier äussere und vier innere Ecken.

Die Ausdrücke horizontal und vertical bedeuten parallel und senkrecht zur Blattfläche.

Von zwei anstossenden Zellen einer Reihe liegt die eine „vorn“, d. h. auf der Seite, welche der Blattspitze zugekehrt ist, die andere „hinten“, d. h. auf der der Blattbasis zugewendeten Seite.

Die Kieselkurzzellen sind homogene, selten (*Isachne arundinacea*) in Kern und Schale von ungleicher Dichte differenzierte Kieselkörper, welche umschlossen werden von einer sehr dünnen, verkieselten, im Bereich der Aussenseite cuticularisierten Membran. An nicht entkieselten Zellen ist die letztere nur selten (*Avellinia*, Tafel V, 32) deutlich zu erkennen. Im Innern der Kieselkörper bemerkt man regelmässig kleinere oder grössere Gruppen dunkler, selten aufleuchtender Punkte, welche in starklichtbrechenden Medien regelmässig, in Wasser selten scharf hervortreten. Dieselben sind kleine, bläschenförmige Hohlräume, welche meist leer erscheinen, bisweilen aber sicher festen Inhalt führen. Ausnahmsweise (bei *Phalaris arundinacea* häufig) finden sich in derselben Zelle Punktgruppen vereinigt, von denen die einen das Licht stärker, die anderen schwächer brechen als die umgebende Kieselmasse.

Bald sind alle Bläschen von annähernd gleicher Grösse, bald kommen feine und gröbere gemischt in derselben Zelle vor (Tafel III, 5). Bisweilen ist eine zarte Schichtung rings um die Bläschen wahrnehmbar. Die Kieselkurzzellen eines und desselben Blattes zeigen häufig in der Anzahl und Anordnung ihrer Bläschen eine bemerkenswerte Übereinstimmung.

Blätter mit durchweg bläschenfreien Kieselzellen sind mir keine begegnet. Gewöhnlich führen die meisten Kieselzellen ein bis mehrere Bläschen. In der Regel finden sich aber auch vereinzelte, bläschenfreie Zellen.

Nach der Anzahl lassen sich folgende Hauptfälle unterscheiden:

1. Meiste Kieselzellen bläschenfrei: *Isachne arundinacea*.
2. Ein bis drei Bläschen pro Zelle: *Phalaris arundinacea genuina* (Tafel VI, 1), *Pogonatherum*, Oberseite (Tafel IX, 23). Die Kieselzellen der Blattunterseite der letzteren Art sind durchschnittlich etwas bläschenreicher als diejenigen der Oberseite.
3. Ein bis zehn Bläschen pro Zelle, nicht zu Schwärmen vereinigt: *Tricholaena rosea* (Tafel IX, 27).
4. Zahlreiche Bläschen sind in jeder Zelle zu einem oder mehreren Schwärmen vereinigt: *Coix*, *Phalaris arundinacea picta* (Tafel V, 28, 29), *Trachypogon ligulare* (Tafel III, 9), *Olyra micrantha* (Tafel III, 5).

Wenn die Bläschen in geringerer Zahl vorhanden sind, sind sie häufig genau oder angenähert symmetrisch zur Längs- und Querachse der Kieselzelle angeordnet (Tafel IX, 27—30) und liegen meistens in einer die Zelle etwa in halber Höhe durchsetzenden Horizontalebene (Tafel IX, 24). Die Schwärme können, wenn sie in derselben Zelle in Mehrzahl vorkommen, ebenfalls regelmässig verteilt sein (Tafel III, 9), sind aber, wie es dem Begriff eines Schwarmes entspricht, nach allen drei Dimensionen ausgedehnt (Tafel V, 29; IX, 25).

Wie schon im allgemeinen Teil angedeutet wurde, beruht die Ungleichheit in der Zahl und Gruppierung der Bläschen wahrscheinlich auf ungleich weit oder in ungleicher Richtung fortgeschrittenen Verkieselungsweisen. Dafür spricht schon die mehr oder weniger starke Variation innerhalb desselben Epidermisstreifens, ausserdem der Vergleich von *Phalaris arundinacea genuina* (Tafel VI, 1) und *P. var. picta* (Tafel V, 28, 29). Beide Figuren sind typisch für die ganze Breite des Blattes in der Mitte seiner Länge.

Auf Flussäurezusatz lösen sich die Kieselkörper unter charakteristischem Abschmelzen. Die Bläschen verschwinden oder bleiben erhalten, die Membran tritt deutlich hervor und färbt sich mit Chlorzinkjod blau.*) Messungen an den „Kieselzellen“ (dieser kürzere Ausdruck für Kieselkurzzellen möge gelegentlich gestattet sein) von *Uniola latifolia* ergaben, dass Form und Dimensionen sich beim Glühen nicht merklich ändern.

Die Kieselkurzzellen kommen ganz allgemein über Stereom und Assimilationsgewebe vor. Dennoch sind die Streifen über Bast die Hauptbildungsstätten dieser Zellen. Hier sind sie gross, charakteristisch gestaltet und in reichlicher Menge vorhanden. In den Randreihen dieser Streifen sind sie oft etwas weniger vollkommen, zum Teil krüppelhaft (Tafel IV, 3) und auch seltener. Diese Reduction in der Grösse und Zahl geht in den angrenzenden Streifen über Parenchym häufig noch weiter. In der Mehrzahl der Fälle erscheinen sie hier im Flächenschnitt quergestreckt und unregelmässig conturiert und sind blatteinwärts (wie querstehende Keile) verjüngt, oft so rasch, dass sie das innere Niveau der Epidermis nicht mehr erreichen. Bei einzelnen Arten (*Ichnanthus*, *Olyra latifolia*) sind sie allerdings auch hier wohlentwickelt und reichlich vorhanden.

*) Bisweilen ist dies aber nicht der Fall. Die ganze Zelle färbt sich gleichmässig und mehr weniger intensiv dunkelblau oder violett, ohne eine deutliche Membran zu zeigen. Ob hier allenfalls eine die Kieselmasse durchsetzende Cellulosebasis vorliegt, müssen entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen sicherstellen.

Die krüppelhaft gewordenen Kieselzellen der Streifen über Parenchym zeigen in ihrer Umgrenzung häufig unverkennbare Anklänge an die typische Form über Bast.

Es ist einigermaßen schwierig, dem Bedürfnis nach kurzen und prägnanten Ausdrücken für die verschiedenen Gestalten der Kieselkurzzellen gerecht zu werden. Man kann Namen bilden nach der Gestalt der Zelle oder nach dem Namen einer Art, welche die fragliche Form typisch entwickelt zeigt. Obgleich es a priori wünschbar erscheint, das eine oder das andere Princip der Namengebung consequent festzuhalten, wurden doch beide nebeneinander angewendet, das erstere, wenn sich aus den Formverhältnissen ungezwungen ein Terminus ergab, das letztere, wenn dies nicht der Fall war.

Die Ansicht von aussen ist für die Kieselkurzzellen am meisten charakteristisch.

Die Entwicklungsgeschichte konnte nicht genau festgestellt werden. Immerhin ergaben sich aus der Untersuchung junger Knospen von *Zea Mays* und *Cenchrus tribuloides* einige Thatsachen von Interesse. Dieselben beziehen sich auf die Kurzzellreihen über Stereom. Diese geben sich schon früh als solche zu erkennen; sie bilden, etwa zur Zeit der ersten Anlage der Spaltöffnungen Reihen cubischer, quergestreckter oder isodiametrischer, in lebhafter Teilung begriffener Zellen. Sie befinden sich noch in diesem Zustand, wenn die Langzellen über Parenchym und über Bast sich bereits beträchtlich in die Länge gestreckt haben. In diesen meristematischen Kurzzellreihen differenzieren sich die Stachelhäuschen zuerst heraus (Tafel VII, 19). Erst nachher gewinnen die Kork- und Kieselkurzzellen ihre besondere Form (Tafel VII, 20). Die Formbildung der Kurzzellen ist (bei *Cenchrus*) in jener Entwicklungsphase vollendet, wo Winkelhaare und Spaltöffnungen die in Figur 20, Tafel VIII, dargestellte Entwicklungsstufe erreicht haben, wo also die Verdickungsleisten der Schliesszellen noch vollständig fehlen. Die Zelle *ko* (Tafel VII, 20) ist eine Korkkurzzelle, die Zelle *ki* eine Kieselkurzzelle, deren Lumen noch vollständig frei von fester Kieselsäure ist.

Übergangsstadien zwischen leeren und vollständig inhaltsverkieselten Kieselkurzzellen wurden keine aufgefunden.

Kieselkurzzellen über Bast.

A. Haupttypen.

(Bei zahlreichen Arten verbreitet.)

Typus I.

Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen.

Die Kieselzellen dieses Typus zeigen im Flächenschnitt die Form von Kreuzen, von Bisquits oder Hanteln und von drei- bis mehrknotigen Stäbchen und sollen dementsprechend Kreuzzellen („Kreuze“), Hantelzellen („Hanteln“) und Knotenzellen genannt werden.

In der Regel kommen Kreuze und Hanteln, oder Hanteln und Knotenzellen nebeneinander in demselben Baststreif oder doch in verschiedenen Streifen auf demselben Blatte vor. Auch alle drei Formen können sich auf demselben Blatte vereinigt finden. In der Regel ist allerdings in einem bestimmten Streifen auch eine bestimmte Form herrschend. (Genauere Angaben über die Verteilung dieser Formen finden sich im Abschnitt über die Topographie der Kieselkurzzellen.)

Da die Hantelzellen weitaus am häufigsten sind, soll dieser Typus kurzweg „Hanteltypus“ heissen.

Bei *Andropogon Gryllus* sind die Zellen dieses Typus über der ganzen Breite der Streifen mit quergestreckten Kieselkurzzellen gemischt.

Bei den Kreuzzellen lassen sich je nach der Tiefe der Buchten, welche die Arme des Kreuzes trennen, verschiedene Unterformen unterscheiden:

1. Seichtbuchtige, oft fast quadratische Kreuze: *Anthaenantia*, *Olyra latifolia* Unterseite (Tafel III, 4 A).
2. Mittlere (Regel): Mais, *Olyra latifolia*, Oberseite (Tafel III, 4 B).
3. Tiefbuchtige: *Polytocca* (Tafel III, 1, 3), *Dimeria*.

Nach der Orientierung der Seitenflächen lassen sich ebenfalls drei Fälle unterscheiden:

1. Seitenflächen normal oder nur wenig schief: Mais, *Olyra latifolia*.
2. Kreuze blatt einwärts verjüngt: *Polytocca* (Tafel III, 1, 2), *Dimeria*.
3. Kreuze blatt einwärts verbreitert: *Olyra micrantha* (Tafel III, 5).

Die Contur der Aussenseite ist bei manchen Arten in den Ecken in vier mehr oder weniger scharfkantige Öhrchen vorgezogen (Tafel III, 24; IV, 1). Dieselben treten am schärfsten hervor, wenn die Zelle nach innen sich stark verbreitert (*Olyra micrantha*, Tafel III, 5).

Die Kreuze können über der ganzen Blattfläche über breiten und schmalen Baststrängen vorherrschen (*Olyra latifolia*). Gewöhnlich sind sie mit Hanteln gemischt und occupieren dann mit Vorliebe die Ränder der primären und die secundären Streifen über Bast.

Sie können ausnahmsweise auch über Assimilationsgewebe zahlreich und gut entwickelt auftreten (*Ichnanthus*, Tafel VI, 29; *Cenchrus*).

Die Hantelzellen kann man sich entstanden denken durch Längsstreckung der Kreuzzellen. In der That findet man bei manchen Arten (Maydeen) nebst typischen Kreuzen und Hanteln Zwischenformen, welche man ebensogut als längsgestreckte Kreuze, wie als verkürzte Hanteln ansprechen kann. Gewöhnlich ist aber der Unterschied zwischen beiden Gestalten scharf.

Länge und Breite des Mittelstücks, die Form der Enderweiterungen und die Neigung der Seitenflächen variieren beträchtlich. Schon in ein und demselben Streifen sind grosse Differenzen möglich (Tafel III, 15; IV, 3). Dennoch ist regelmässig für ein bestimmtes Blatt oder doch für eine bestimmte Blattseite (*Aristida congesta*) ein gewisses Verhältniss zwischen End- und Mittelstück charakteristisch. Man kann folgende Unterformen unterscheiden.

- a. Mittelstück kurz und breit: *Elionurus* (Tafel III, 11), *Imperata*, *Eriochloa* (Tafel IV, 4).
- b. Mittelstück kurz und schmal: *Polytocca*, *Centotheca* (ähnlich Tafel III, 15).
- c. Mittelstück lang und breit: *Reimaria* (Tafel III, 17 a).
- d. Mittelstück lang und schmal: *Tristachya* (Tafel III, 26).

Am häufigsten sind Hanteln von mittlerer Länge und Breite des Mittelstücks (Tafel VI, 29). Bei *Aristida congesta* liegen auf der Unterseite Hanteln mit langem und schmalem, auf der Oberseite solche mit kurzem, breitem Mittelstück.

Das Mittelstück ist

- a. so hoch wie die Endstücke: *Digitaria* (Tafel III, 7), oder
- b. etwas niedriger: *Reimaria* (Tafel III, 17 b), oder
- c. stark eingesenkt: *Perotis* (Tafel III, 10 a, b, c).

Im letztgenannten Fall nähern sich die Zellen am meisten der Hantelgestalt.

Die äusseren Querkanten sind meistens in demselben Streifen gerade oder schwach ein- oder auswärts gewölbt (Tafel IV, 3). Bei *Iseilema* sind die Enderweiterungen regelmässig quer abgestutzt, bei *Pharus* (Tafel III, 24, 25) und *Diarrhena* (Tafel III, 12) gerundet, bei *Coix*, *Polytocca* und *Centotheca* ausgerandet.

Die Ausbuchtungen der äusseren Längskanten sind häufig vorgezogen und bilden rundliche, meist scharfkantige (Tafel IV, 2) Öhrchen, welche etwas schief aufwärts gerichtet sind (Tafel III, 5, 10, 23 b). Zwischen je zwei gegenüberliegenden Öhrchen entsteht dann eine mehr oder weniger deutliche Einsattelung (Tafel III, 8, 10 g, f, 21).

Die Seitenflächen stehen

- a. ungefähr vertical (*Trachypogon*), oder
- b. sie divergieren gegen das Blattinnere (*Digitaria*, Tafel III, 6; *Reimaria*, Tafel III, 17 a b), oder
- c. sie convergieren blatteinwärts (*Gynerium*).

Die Verbreiterung und Verschmälerung der Zellen gegen das Blattinnere ist an den Enderweiterungen am stärksten.

Da die Längsseiten häufig etwas concav sind (Tafel III, 7, 8), entstehen in solchen Fällen auch innere Öhrchen (Tafel III, 6). Die vier Ecken der Innenseite laufen hier, sowie auch bei manchen Kreuzzellen und zahlreichen, unten beschriebenen Formen in Spitzen aus, so dass an den beiden inneren Querkanten charakteristische Ausrandungen entstehen (Tafel III, 5, 6).

Hantelzellen finden sich nur über Stereom, zwei einzige Arten (*Leptaspis conchifera* und *Pharus scaber* [Oryzeae]) ausgenommen.

Diese beiden Arten, deren bastförmige Epidermiszellen bereits im allgemeinen Teil beschrieben wurden, führen in ihren Streifen über Parenchym (auf der Unterseite viel reichlicher als oberseits) zwischen den in Bastfasern metamorphosierten Epidermiszellen Kieselkurzzellen, wie sie in Tafel III, 23—25; IV, 1, 2 abgebildet sind. Die Aussenseite zeigt den Umriss einer typischen Hantelzelle. Die Längsseiten convergieren blatteinwärts. Die Zellen sind höher als breit und stecken wie längsgestellte Keile in der Epidermis. Sie bilden bei beiden Arten reine Kurzzellreihen, bei *Pharus* für sich allein (Tafel III, 24, 25), bei *Leptaspis* zusammen mit Korkkurzzellen (Tafel IV, 1). Da die schmalen Innenflächen der *Pharus*-Kieselzellen von geraden Längskanten begrenzt werden, welche jederseits in einer Geraden liegen, bilden sie ein charakteristisches, hell durchschimmerndes Band (Tafel III, 25).

Die Knotenzellen leiten sich von den Hantelzellen dadurch ab, dass sich eine oder mehrere durch Einschnürungen getrennte Anschwellungen zwischen deren Endstücke einschieben. Je nach der Zahl der „Knoten“ kann man drei- bis vielknopfige Knotenzellen unterscheiden (Tafel III, 13 b, 14 b, 18, 27; VI, 29 a b; IX, 27, 28). Oft passen allerdings die beiderseitigen Buchten nicht genau aufeinander, sodass schlangenförmige Gestalten entstehen (Tafel III, 18 b). Auch ganz unregelmässige Formen treten hier (sowie auch bei Hanteln und Kreuzen) gelegentlich auf (Tafel IX, 27). Solche Knotenzellen

können vielmal länger als breit werden und zahlreiche Langzellen desselben Streifens an Länge übertreffen (*Apluda*). Im feineren Bau können sie in ähnlicher Weise wie die Hantelzellen variieren. Doch habe ich bei den Knotenzellen die Zwischenstücke nie so lang und schmal gefunden wie bei den Hantelzellen mancher Arten.

Die Verbreitung dieses Typus innerhalb der verschiedenen Tribus ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Panicoideae:				Poaeoideae:			
1. Maydeae . . .	100 %		5 Species	7. Phalarideae . .	33 %		
2. Andropogoneae	94 %	17 von 18	"	8. Agrostideae . .	30 %		
3. Zoysieae . . .	66 %	4 " 6	"	9. Aveneae . . .	12 %		
4. Trigestineae . .	75 %	3 " 4	"	10. Chlorideae . . .	25 %		
5. Paniceae . . .	90 %	17 " 19	"	11. Festuceae . . .	22 %		
6. Oryzeae . . .	30 %	3 " 10	"	12. Hordeae . . .	—		
				13. Bambuseae . .	10 %		

Dieser Typus ist also bei den Panicoideen viel häufiger als bei den Poaeoideen. Hier sind es bloss je $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{3}$ aller Arten, bei den fünf ersten Tribus der Panicoideen dagegen jedesmal über die Hälfte der geprüften Species, welche diesem Typus zugehören.

Typus II. Sattelzellen.

Die Kieselzellen dieses Typus haben, von aussen gesehen, am meisten Ähnlichkeit mit einem Pferdesattel. Die Ähnlichkeit wird noch erhöht durch eine sanfte Einsattelung, welche bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägt ist und, in der Längsrichtung verlaufend, die vordere und hintere Ausrandung untereinander verbindet. Für diese Sorte von Zellen wurde daher der Ausdruck „Sattelzellen“ gewählt.

In der Regel sind sie etwas quergestreckt (*Chloris*, *Tripogon*, *Phragmites*, *Arthrostylidium*, *Chusquea*, *Bonia*, Tafel IV, 12, 13) oder annähernd isodiametrisch (*Microchloa*, *Dactyloctenium*, *Eleusine*, Tafel IV, 5, 14, 15). Zwischen den isodiametrischen finden sich regelmässig auch quergestreckte eingestreut und umgekehrt (Tafel IV, 9, 16, 17).

Deutlich längsgestreckte Sattelzellen sind selten vorherrschend: *Buchloë*, Randreihen des Mittelnervs von *Tragus racemosus* (Tafel IV, 6).

Die äusseren Längskanten springen vor als sanft auswärts convexe, schief seitwärts und aufwärts gerichtete Längsrifen (Tafel IV, 7, 8, 14, 15). Zwischen ihnen liegt die Einsattelung (Tafel IV, 8, 16c). Besonders schön sind die Formverhältnisse charakteristisch gestalteter Sattelzellen zu erkennen an den grossen Kieselzellen über dem Randbastbündel von *Tragus racemosus* (Tafel IV, 7). Auch die inneren Längskanten können in ähnlicher Weise vorspringen (*Microchloa* Tafel IV, 16bc).

Bei den schwach quergestreckten, isodiametrischen und längsgestreckten Sattelzellen sind gewöhnlich beide Querseiten eingebuchtet, bei stark quergestreckten Formen dagegen regelmässig oder häufig bloss die vordere (*Spartina*, *Zoysia pungens* H-B., Tafel IV, 12, 13). Die hintere Querseite verläuft dann unregelmässig quer oder ist auswärts convex. Die äusseren Querkanten sind bald scharf (Tafel IV, 5, 16), bald undeutlich, weil die Sattelgrube auf der Aussenseite vorn und hinten allmählich in die Querseiten ausläuft (Tafel IV, 14, 15).

Je nach der Orientierung der Seitenflächen lassen sich wieder die bekannten drei Fälle unterscheiden:

- a. Seitenflächen annähernd vertical: *Tragus racemosus*, Blattfläche.
- b. Zellen blatteinwärts verbreitert: *Dactyloctenium*, *Eleusine* (Tafel IV, 14, 15).
- c. Zellen blatteinwärts verjüngt: *Eragrostis*, *Microchloa* (Tafel IV, 16).

Bisweilen findet man an einzelnen Stellen von Blättern dieses Typus Kieselkurzzellen, welche diesen Typus mit dem vorhergehenden verbinden. Sie sind entstanden, weil eine (!) oder beide Längsseiten in der Mitte sich eingebuchtet haben. Jenachdem die Zelle isodiametrisch oder längsgestreckt war, sind (halbseitige oder vollkommene) Kreuze oder Hanteln entstanden. Letztere haben stets scharf ausgerandete Querseiten (Tafel IV, 11, 16, 17). In der Regel treten solche Formen nur ausnahmsweise einzeln oder zu mehreren an vereinzeltten Blattstellen auf, z. B. Kreuze bei *Zoysia*, Hanteln bei *Microchloa*, *Schoenefeldia*, *Oropetium*. Bei *Pappophorum Arechavaletae* und *Arundinella anomala* sind diese Übergangsformen, namentlich auch die bloss halbseitig entwickelten, über der ganzen Breite des Blattes häufig.

Verbreitung innerhalb der Tribus:

1. Maydeae	—	7. Phalarideae	—
2. Andropogoneae	—	8. Agrostideae	3 % 1 von 33 Species
3. Zoysieae	33 % 2 von 6 Species	9. Aveneae	12 % 2 „ 16 „
4. Trigestineae	25 % 1 „ 4 „	10. Chlorideae	62 % 13 „ 21 „
	(Typus I u. II gemischt)	11. Festuceae	9 % 4 „ 45 „
5. Paniceae	—	12. Hordeae	7 % 1 „ 15 „
6. Oryzeae	—	13. Bambuseae	80 % 8 „ 10 „

Die Kieselzellen des zweiten Typus haben, im Gegensatz zu denjenigen des ersten, ihr Hauptverbreitungsgebiet innerhalb der Gruppe der Poaeoideen. Sie kommen mit Ausnahme der Phalarideen hier in allen Tribus vor, am häufigsten bei den Chlorideen ($\frac{2}{3}$ aller untersuchten Arten) und bei den Bambuseen ($\frac{4}{5}$ aller untersuchten Arten).

Innerhalb der Gruppe der Panicoideen finden sich (unter 62 untersuchten Arten) bloss drei Species mit Sattelzellen, zwei Zoysieen (*Tragus*, *Zoysia*) und eine Trigestinee (*Arundinella anomala*), und nur bei *Tragus* sind die Sattelzellen typisch und ausschliesslich über dem ganzen Blatte verbreitet.

Typus III.

Reiszellen.

Die Kieselzellen dieses Typus haben die Gestalt querliegender Hantelzellen, deren Mittelstück von wechselnder Breite, aber stets kurz und deren Enderweiterungen (an den Längsseiten!) stets ausgerandet sind (Tafel V, 1—3, 13, 16 u. a.).

Da diese Zellen nur bei den Oryzeen, und zwar speciell beim Reis und einigen nah verwandten Gattungen, typisch ausgeprägt sich vorfinden, habe ich sie „Reiszellen“ genannt.

Am Rande der Aussenseite erheben sich regelmässig vier Längsriefen, welche genau denjenigen entsprechen, welche schon für die Hantelzellen beschrieben wurden. Sie liegen aber hier an den Querkanten (Tafel V, 2, 3, 5—8).

Über dem Mittelstück sind die Zellen mehr oder weniger eingesattelt (Tafel V, 1, 2).

Blatteinwärts sind die Zellen

a. nicht merklich verschmälert oder verbreitert (Tafel V, 1, 4),

b. verbreitert (*Hygroryza*, Tafel V, 8).

Wie bei den Hantelzellen bisweilen, so laufen hier regelmässig die inneren Längskanten in stumpfe bis spitze Ecken aus.

Bei *Zizania*, *Zizaniopsis* und *Hygroryza* schwankt der Längsdurchmesser der Zellen beträchtlich (Tafel V, 16), bei Reis und *Leersia* (Tafel V, 13, 14) viel weniger (in ein und derselben Reihe).

In ähnlicher Weise, wie die Satteldellen bei *Spartina* (Tafel IV, 13), so sind auch die Reiszellen bei *Zizaniopsis* nur kümmerlich entwickelt. Die meisten Kieselzellen dieser Art sind gleichsam breitgequetscht und besitzen einen unregelmässigen Umriss (Tafel V, 17, 18).

In Figur 10 und 11, Tafel V, finden sich einige Anomalien abgebildet, welche beim Piemontreis beobachtet wurden. a und b, Figur 10, zeigen Fälle, wo zwei Reiszellen direct aneinanderstossen, während sie sonst regelmässig durch Zwischenzellen getrennt werden (Figur 13). In Figur 11 stossen drei inhaltsverkieselte Kurzzellen aneinander, aber nur die beiden äusseren sind ächte Reiszellen, die mittlere ist eine im Lumen verkieselte Zwischenzelle. Die Figuren 10e, f, d illustrieren Fälle, wo Kurzzellen sich nachträglich in zwei nebeneinander liegende Tochterzellen geteilt haben, deren Querdurchmesser der halben Reihenbreite gleich ist oder sie um ein geringes übertrifft. Bald sind beide Tochterzellen (10e), bald nur die eine (10f) inhaltsverkieselt.*) Dieser Teilungsmodus entspricht demjenigen, welcher bei der Bildung der beiden Schliesszellen aus der Spaltöffnungsmutterzelle stattfindet und bietet ein neues Beispiel der Wechselbeziehungen zwischen Kurzzellen und Stomata. Die Längsteilung der Kurzzellen erscheint unter diesem Gesichtspunkt als Rückschlag und stützt die Ansicht PFITZERS, dass die Kurzzellen auf früher Entwicklungsstufe stehengebliebene Spaltöffnungen darstellen. Solche längsgeteilte Kurzzellen wurden nur beim Reis beobachtet.

Die Panicee *Isachne arundinacea* besitzt Kieselkurzzellen, welche den Reiszellen ausserordentlich ähnlich sind (Tafel V, 21). Sie sind aber nur schwach quergestreckt oder sogar isodiametrisch und im letzteren Fall Kieselkreuzen viel ähnlicher (Tafel V, 19). Auch sind sie verhältnismässig höher als echte Reiszellen (wie ein Vergleich der Querschnitte Tafel V, 1, 6 mit Tafel V, 20 ergibt) und alternieren mit ächten Korkkurzzellen statt mit Zwischenzellen.

Auch die Kieselkurzzellen von *Eriachne chinensis* (Tafel VI, 16) erinnern einigermaßen an den Reiszellentypus.

Typisch entwickelt habe ich diese Sorte von Kieselkurzzellen nur innerhalb der Tribus der Oryzeen gefunden:

Reiszellen.	Keine Reiszellen.
<i>Zizaniopsis</i>	<i>Pharus</i>
<i>Zizania</i>	<i>Leptaspis</i>
<i>Oryza</i>	<i>Luziola</i>
<i>Leersia</i> (zwei Species)	<i>Lygeum</i>
<i>Hygroryza</i>	

*) Auch in den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite von *Festuca spadicca* beobachtete ich mehrmals, dass eine hinter einer Spaltöffnung liegende Korkkurzzelle durch eine Längswand sich geteilt hatte (Tafel V, 12).

Typus IV.

Kreis- und Ellipsenzellen.

Die Zellen dieses Typus haben eine querelliptische, kreisrunde oder längselliptische Aussenseite. Die Innenseite ist ähnlich gestaltet und gleichgross oder kleiner.

Die Zellen haben daher die Form kurzer Cylinder, runder oder elliptischer Scheiben oder abgestumpfter, blatteinwärts verjüngter Kegel mit kreisrunden oder elliptischen Grundflächen.

Figur 22—24, Tafel V, stellen solche Zellen aus der Unterseite des Blattes von *Lygeum Spartum* dar. Figur 23 zeigt die Flächenansicht in stark lichtbrechenden Medien und bei Einstellung auf das äussere Niveau der Epidermis. Die dunkeln Ringe, welche der Contur der Aussenseite annähernd parallel laufen, haben keine Beziehung zum Relief derselben, sondern sind lediglich eine Folge der Ablenkung der Lichtstrahlen innerhalb einer ringförmigen Zone der Seitenfläche, welche die stark conisch verjüngte, äussere Zellpartie mit der cylindrischen, inneren verbindet. Die Aussenseite ist schwach querelliptisch, kreisrund oder längselliptisch, letzteres bloss über der Mitte der Bastrippen. Die Innenseite ist ähnlich geformt, aber im Vergleich zur Aussenseite gewöhnlich etwas quergestreckt. Unmittelbar unter der Aussenseite sind die Zellen stark eingezogen. Der untere Teil bildet einen häufig etwas plattgedrückten Cylinder und verbreitert sich bisweilen blatteinwärts wieder (Tafel V, 22). Die Einkerbungen an der Innenseite (Tafel V, 22b) sind die Eindrücke der subepidermalen Bastzellen.

Je mehr man sich von der Mitte eines Streifens über Bast dem Rande desselben nähert, um so mehr werden die Zellen von vorn und hinten zusammengedrückt, während die Aussenseite rundlich bleibt. Dieser Schrumpfungsprozess ist über dem Assimilationsgewebe am weitesten gediehen. Die Kieselzellen sind hier keilförmig geworden und die blatteinwärts gekehrte Schneide des Keils projiziert sich als querliegender Strich auf die kreisrunde Aussenseite (Tafel XI, 25). Ähnliche Kieselzellen bilden bei *Festuca punctoria* über Bast die Regel.

Die Figuren 26 und 27, Tafel V, zeigen Seitenansichten der zapfenförmigen, im Flächenschnitt rundlichen Kieselzellen von *Nardus stricta*. Auf Zusatz von Kalilösung werden dieselben durch die aufquellenden Bastfasern herausgestossen und wird zugleich die Cuticula der nächsten Umgebung abgehoben.

Bei manchen Arten (*Ventenata*, *Catapodium*) finden sich zwischen den typischen Kreis- und Ellipsenzellen auch solche mit unregelmässigeren, etwas eckigen oder an den Längsseiten schwach welligen Conturen, ähnlich z. B. Tafel V, 31c. Solche Formen leiten zum nächstfolgenden fünften Typus über. Überhaupt sind die drei ersten Typen viel besser gegeneinander abgegrenzt, als der vierte gegen den fünften.

Aber auch zum Hanteltypus zeigen die Kreis- und Ellipsenzellen Beziehungen. Unter sechs standortsverschiedenen *Nardus*blättern (siehe Artenverzeichnis) führte eines nebst Kreiszellen auch zahlreiche Hantelzellen. Die übrigen fünf zeigten alle den Typus IV rein ausgeprägt. Sie bilden zusammen mit den drei Nubien, Japan und dem Piemont entstammenden, in der Kieselzellform nicht variierenden Reisblättern ein gewichtiges Zeugnis für die Konstanz dieser Typen.

Verbreitung innerhalb der Tribus:

Panicoideen:	
1. Maydeae . . .	—
2. Andropogoneae	—
3. Zoysieae . . .	—
4. Trigestineae .	—
5. Paniceae . . .	—
6. Oryzeae . . .	10 % 1 von 10 Species

Poaeoideen:

7. Phalarideae	—
8. Agrostideae	9 % 3 von 33 Species
9. Aveneae .	19 % 3 von 16 Species
10. Chlorideae .	—
11. Festuceae .	20 % 9 von 45 Species
12. Hordeae .	20 %
13. Bambuseae .	—

Dieser Typus hat eine grössere Verbreitung als der dritte, aber eine geringere als der erste und zweite. Innerhalb der Gruppe der Panicoideen fand er sich bloss bei *Lygeum Spartum*. In der Abteilung der Poaeoideen fehlt er den tropischen Tribus der Chlorideen und Bambuseen und findet sich bei 10 bis 20 Procent aller Arten der übrigen Tribus.

Der Vergleich der Arten dieses Typus ergibt, dass es hauptsächlich derbe, flache oder borstliche Blätter sind, welche beiderseits (*Avena pratensis*) oder bloss unterseits (*Lygeum Spartum*, Tafel V, 23, 31, *Nardus*, *Festuca punctoria*) Kreis- und Ovalzellen führen. Oberseits finden sich im letztern Fall nicht selten (z. B. bei *Lygeum Spartum*) Kieselzellen des folgenden (fünften) Typus. (Kieselzellen der drei ersten Typen können sich nie auf den beiden Blattseiten wechselseitig vertreten.)

Typus V.

Stäbchen- und Plättchenzellen.

Die Zellen dieses Typus zeichnen sich vor denjenigen aller übrigen Typen dadurch aus, dass sie keine charakteristische, constant wiederkehrende Gestalt besitzen. Sie sind viereckig (Tafel V, 31 a b) oder vorn und hinten etwas abgerundet (Tafel V, 31 c), meist zwei- bis dreimal so lang als breit (Tafel V, 28; VI, 1), seltener vielmal länger als breit (*Cornucopiae*, *Gastridium*, *Cynosurus*), glattwandig (Tafel V, 28) oder wellig (Tafel V, 31, *Antimoria*, *Agrostis*). Sie haben die Form parallelpipedischer Stäbchen oder Plättchen und nähern sich in der Gestalt, oft auch in der Grösse, unter allen Kieselkurzzellen am meisten den rectangulären Langzellen. Sie unterscheiden sich aber von diesen immer noch durch die dünneren Membranen, gewöhnlich auch von inhaltsverkieselten Langzellen durch geringere Zahl und schärfere Localisierung der Bläschen.

Verbreitung innerhalb der Tribus:

Panicoideae:	
1. Maydeae . . .	—
2. Andropogoneae	—
3. Zoysieae . . .	—
4. Trigestineae .	—
5. Paniceae . . .	—
6. Oryzeae . . .	10 % 1 von 10 Species

Poaeoideae:

7. Phalarideae	59 %	4 von 7 Species
8. Agrostideae	30 %	9 „ 33 „
9. Aveneae .	38 %	6 „ 16 „
10. Chlorideae .	5 %	1 „ 21 „
11. Festuceae .	33 %	15 „ 45 „
12. Hordeae .	50 %	8 „ 15 „
13. Bambuseae .	—	—

Aus der obigen Tabelle geht hervor, dass dieser Typus in denjenigen fünf Tribus der Poaeoideen, welche die Gräser unserer gemässigten Zone enthalten, seine Hauptverbreitung hat. In der That bestehen die vierundvierzig Arten dieses Typus zur Hälfte aus Gräsern unserer Wiesen und Wälder und zwar aus dem Gros der überhaupt untersuchten Arten solcher Standorte. In der Regel führen diese letztgenannten Species hexagonale, glattwandige oder nur minim gewellte Langzellen. Nichtsdestoweniger können dazwischen Kieselkurzzellen vorkommen, welche im Gegensatz zu jenen deutlich wellige Conturen besitzen (*Agrostis*).

B. Nebentypen.

(Nur bei je einer bis zwei Arten beobachtet.)

Typus VI.

a. *Isachne australis* (Tafel VI, 2, 3). Wie die Reiszellen quergestellte Hantelzellen sind, so sind die Kieselzellen von *Isachne australis* quergestellte Sattelzellen. Die Einsattelung der Aussenseite verläuft also hier quer hinüber und die den erhöhten Sattellehnen entsprechenden Kanten sind hier die (äussern) Querkanten. Die Querseiten divergieren blatteinwärts, die Zellen erscheinen im Längsschnitt gegen die Innenseite verbreitert (Tafel VI, 3).

b. *Arundinella avenacea*, Oberseite (Tafel VI, 14, 15). Die Kieselzellen dieser Art sind den vorhergehenden ähnlich, nur ist die Einsenkung der Aussenseite seichter und deren Umriss weniger prägnant.

Typus VII.

Amphicarpum Purshii, Streifen über dem Bastbündel des Blattrandes. Die Kieselzellen von *Amphicarpum Purshii* haben in dem Streifen über Bast am Blattrande eine ganz andere Form und Grösse, als in den entsprechenden Streifen der Blattfläche und des Mittelnervs. (Vergl. auf Tafel VI die Figuren 4 und 6 mit 5 und 7.) Hier typische Hanteln, dort kantige, isodiametrische Körper, welche in ihrer Form abgestumpften, auswärts verjüngten Pyramiden noch am meisten sich nähern und welche an Masse die Hantelzellen mehrmals übertreffen. Sie erinnern in der Flächen- und Längsansicht bisweilen an blatteinwärts verbreiterte Sattelzellen. Doch sind die Conturen der Aussenseite gewöhnlich unregelmässig eckig-wellig und entsprechen scharfen Rändern, welche vorn oder hinten oder beiderseits unterbrochen sind. Die stumpfen Ecken, welche an den innern Querkanten vorspringen, sind die Endpunkte von Längskanten, welche den Zellgrenzen der anliegenden Bastfasern entsprechen und in Figur 6, Tafel VI, im Querschnitt sichtbar sind.

Die Doppelconturierung der Aussenseite rührt her von Dichtigkeitsdifferenzen in der Kieselmasse. Die in den Querschnittsfiguren 4—6 (Tafel XII) in die Kieselkörper eingezeichneten Linien sind durchschimmernde Kanten und Ecken.

Typus VIII.

a. *Pogonatherum crinitum* (Tafel VI, 8—12) und *Arundinella avenacea*, Unterseite (Tafel VI, 13). Die Kieselzellen sind quadratische bis längsgestreckte, rectanguläre Plättchen. Die äussern Längs- und Quer-

kanten sind schwach eingebuchtet und stossen unter spitzen Winkeln in vier auswärts vorspringenden Ecken zusammen. Auch die Quer- und Längsseiten stossen in vier scharfen Kanten zusammen, welche gemeinsam mit den äussern Längs- und Querkanten vier dreikantige Spitzen (die oben erwähnten Ecken) bilden (Tafel VI, 10). Die Zellen sind regelmässig längs den Querseiten, bisweilen auch den Längsseiten entlang verbreitert.

b. *Eriachne chinensis*, Unterseite (Tafel VI, 16). Die Kieselkurzzellen dieser Art sind denjenigen der vorhergehenden zwei Arten ähnlich, aber regelmässig quergestreckt.

Typus IX.

a. *Schedonnardus texanus*, Unterseite (Tafel VI, 17, 18). Die Kieselzellen sind quergestreckt oder quadratisch und haben angenähert die Form rectangulärer Parallelopipeda.

b. *Tripogon filiformis*, Unterseite (Tafel IV, 18). Die Kieselzellen halten die Mitte zwischen denjenigen von *Schedonnardus* und stark quergestreckten Sattelzellen.

Typus X.

Phleum Michelii (Tafel VI, 15). Die Kieselzellen sind quadratisch und tragen über der Mitte der Aussenseite eine, wie das übrige Lumen, solid verkieselte Papille.

Phleum Michelii ist die einzige unter allen untersuchten Arten, deren Kieselkurzzellen Papillen tragen.

(Bei *Aeluropus littoralis* fanden sich in den Streifen über Parenchym ab und zu solid verkieselte, papillentragende Kurzzellen, ausserdem aber zahlreiche gleichgestaltete, nicht inhaltsverkieselte Zellen, sodass hier jedenfalls keine ächten Kieselkurzzellen vorliegen.)

Kieselkurzzellen über Assimilationsgewebe.

Mit Bezug auf die Zahl und Gestalt der über assimilierendem Gewebe liegenden Kieselkurzzellen lassen sich drei Fälle unterscheiden:

a. Sie fehlen vollständig: Einheimische Wiesengräser.

b. Sie sind vorhanden, bald reichlich, bald spärlich, immer aber, im Vergleich zu den Kieselzellen der Baststreifen, kümmerlich entwickelt, gewöhnlich stark quergestreckt, blatt einwärts keilförmig verschmälert. Dieser Fall tritt bei den Arten, welche überhaupt über Assimilationsgewebe Kieselkurzzellen führen, am häufigsten auf. Die mehr oder weniger unregelmässige Contur der Aussenseite erinnert häufig an den Umriss der Kieselzellen über Bast.

Kreuze und Hanteln der Baststreifen entsprechen in den Parenchymstreifen Formen, wie die in Tafel VI, 20, 21 a—c, 23, 31 a dargestellten, den Sattelzellen solche wie in Tafel IV, 13, den Reiszellen solche wie in Tafel V, 17, den Kreis- und Ovalzellen solche wie die in Tafel VI, 30 a abgebildeten oder quer ovale Zellen (*Catapodium*).

Bei *Arundinella anomala* sind die Kieselkurzzellen über Parenchym im äussern Niveau der Epidermis meist charakteristisch zweiknopfig (ähnlich Tafel VI, 23 a), auch verhältnismässig zahlreich; bei *Zizania* sind sie äusserst schmal, „querstrichförmig“.

Bald reichen die Zellen bis zum innern Niveau der Epidermis (Tafel VI, 25), bald erreichen sie dasselbe nicht. Im extremsten Falle bilden sie bloss noch kleine, der Epidermis oberflächlich aufgelagerte Schüppchen (Tafel VI, 24). Die Mächtigkeit der Kieselzellen kann in demselben Epidermisstreifen stark variieren.

Auch über Bast nehmen die Kieselkurzzellen, wenn sie sehr kurz (zwei- bis mehrmals breiter als lang) werden, die Gestalt der oben beschriebenen Formen an (*Andropogon Gryllus*, *Zizaniopsis*, *Spartina*, *Festuca punctoria*).

c. Die Kieselkurzzellen sind auch in den Streifen über Parenchym gut entwickelt, charakteristisch gestaltet und reichlich vorhanden. Dieser Fall ist relativ selten. Man kann folgende Hauptformen unterscheiden:

1. Kreuzzellen.

Andropogon Gryllus (Tafel VI, 26, 26 a). Die Kreuze stimmen in der Form überein mit den in Streifen über Bast allgemein verbreiteten, sind aber niedriger als die Langzellen. Sie sind regelmässig mit Korkkurzzellen gepaart. (Ähnliche Kreuze führen *Coix*, *Polytoca*, *Lophaterum*.)

Ichnanthus pallens (Tafel VI, 27 — 29). Die Arme der Kreuze sind wellig conturiert und lamellös ausgezogen. Die Zellen sind blatteinwärts stark verjüngt, so hoch wie die Langzellen und nur ausnahmsweise mit Korkkurzzellen gepaart.

2. Olyrazellen.

Olyra latifolia (Tafel VI, 35; IX, 1). Die Kieselkurzzellen über Parenchym sind schon durch ihre bedeutende Grösse ausgezeichnet. Sie sind durchschnittlich $20\ \mu$ lang und $46\ \mu$ breit und übertreffen an Masse nicht nur die „Parenchymkieselzellen“ aller übrigen Arten, sondern auch die Kieselkreuze der Streifen über Bast auf demselben Blatte. Ihre Form ergibt sich aus Tafel VI, 35. Die Ausbuchtungen der äussern Querkanten bilden seitlich vorspringende Öhrchen. Sie sind gleich hoch wie die übrigen Epidermiszellen (der Streifen über Parenchym). Über der Mitte der Innenseite erhebt sich meistens ein stachelförmiger Fortsatz mit rhombischer Grundfläche, welcher zwischen vier aneinander und an die Kieselzelle angrenzende Assimilationszellen hineinragt. Einen ähnlichen Fortsatz tragen die entsprechenden Kieselzellen von *Luziola* und *Hygroryza* (Tafel VI, 34).

3. Stachelzellen.

Aegopogon pusillus (Tafel VI, 37). Die Zoysiee *Aegopogon pusillus* führt in den Blasen Zellstreifen der Oberseite, sowie in den Streifen über Parenchym auf beiden Blattseiten zahlreiche isolierte, meist quer-gestreckte Kieselzellen, welche zahlreiche, seitlich und abwärts gerichtete, oft haarscharf zugeschärfte Ecken und Kanten besitzen und namentlich in schiefer Seitenansicht oft eine frappante Ähnlichkeit mit Krystall-drusen haben.

Die „Kieselkurzzellen“ von *Luziola* und *Hygroryza* zeigen in schiefer Ansicht ähnliche Bilder. Bei *Hygroryza* fällt häufig ein langer, dolchförmiger, blatteinwärts gewendeter Fortsatz besonders in die Augen.

Beim Anblick solcher Gestalten, welche wie Fussangeln über dem zarten, assimilierenden Mesophyll verstreut liegen, drängt sich ohne weiteres die Vermutung auf, dieselben möchten in ähnlicher Weise etwa, wie die Raphidenbündel gewisser schleimiger Monokotylenblätter, gegen die Angriffe tierischer Feinde (Schnecken!) als mechanisches Schutzmittel eine Rolle spielen.

4. Die Kieselkurzzellen der Streifen über Parenchym bei *Pharus scaber* und *Leptaspis conchifera*

(Tafel III, 23—25; IV, 1, 2).

Die Kieselzellen dieser beiden Oryzeen wurden bereits im Anschluss an die Hantelzellen des ersten Typus beschrieben. In der Regel haben sie auch nach Form und Anordnung ganz den Charakter von Kieselkurzzellen über Bast. Derselbe Einfluss, den sonst das subepidermale Bastgewebe auf die Formbildung der Kieselkurzzellen ausübt, geht hier offenbar aus von den seitlich den Kieselzellen angelagerten, bastförmigen Epidermiszellen.

2. Korkkurzzellen.

Die Korkkurzzellen sind nur ausnahmsweise im Lumen verkieselt, immer dünnwandig, gewöhnlich dünnwandiger als die angrenzenden Langzellen (Tafel VII, 1, 6). Je dickwandiger diese letzteren sind, um so auffallender wird der Unterschied. Bei den grossen Korkkurzzellen von *Hierochloa alpina* ist die Aussenwand etwas verdickt, aber immer noch dünner als die Aussenwand der Langzellen (Tafel VII, 4a).

An den mit dem SCHULZE'schen Gemisch freipräparierten Epidermen erscheinen diese Kurzzellen (in Wasser) dunkler als die Langzellen und zeigen jene scharfen, dunklen Umrisse, welche stark verkorkten oder cuticularisierten, mit dem Macerationsgemisch behandelten Membranen eigentümlich sind. Auf Chlorzinkjodzusatz färben sich die Aussenwände, sowie die Seitenwände oder die äusseren Partien der letzteren gelb bis gelbbraun. Da die Kieselkurzzellen hierbei farblos bleiben, die Langzellen dagegen in ihren inneren Schichten sich bläuen, heben die drei Zellsorten in der Flächenansicht sich scharf von einander ab.

Gegen Schwefelsäure, Chromsäure, Kupferoxydammoniak, SCHULZES Macerationsgemisch sind die Korkkurzzellen (wenigstens ihre Aussenwände und äusseren Teile der Seitenwände) äusserst resistent. Sie bleiben darin, ohne wesentliche Formveränderung, erhalten, auch dann, wenn die Langzellen (nach vorgängiger Behandlung mit Flussäure) bis zur Formlosigkeit aufgequollen oder grösstenteils gelöst sind (*Nardus*). Sie führen sehr häufig Reste von organischem Inhalt.

Bezugnehmend auf die chemische Beschaffenheit der Membran, habe ich die Kurzzellen dieser Gattung Korkkurzzellen („Korkzellen“) genannt. Sie sind bei den Gräsern ebenso allgemein verbreitet, wie die Kieselkurzzellen. Bisweilen sind sie allerdings leicht zu übersehen, weil sie (auch an macerierten Membranen) nur wenig dunkler oder gleichgefärbt erscheinen wie die Langzellen, oder weil sie über der

Blattfläche nur sehr spärlich vorhanden sind. In solchen Fällen fand ich sie regelmässig am Blattrande gut entwickelt. (Bei *Pogonatherum crinitum* fehlten sie in den Flächennerven und waren vorhanden über den Baststrängen des Mittelnervs und des Blattrandes.) In zweifelhaften Fällen kann man ausserdem durch Chlorzinkjod sich Gewissheit verschaffen.

Die Korkkurzzellen zeigen bei weitem nicht jenen Reichtum an Gestalten, wie er für die Gruppe der Kieselkurzzellen charakteristisch ist. Wie diese, sind sie gewöhnlich so breit oder etwas breiter als die Langzellen derselben Reihe, über Assimilationsgewebe quergestreckt bis isodiametrisch (Tafel VI, 4; V, 21; VII, 13, 14; IX, 1), über Bast gleichgestaltet oder zwei- bis dreimal so lang als breit (Tafel VII, 11). Die quergestreckten Korkkurzzellen besitzen wie die Kieselzellen oft blattteinwärts convergierende Querwände (Tafel VI, 24).

Kiesel- und Korkkurzzellen kommen gewöhnlich zusammen vor, Paare oder Reihen bildend. Es ist nun hervorzuheben, dass zwischen der Länge der Kieselzellen und der Länge der anstossenden Korkzellen durchaus kein constantes Verhältnis besteht. Quergestreckte Kieselzellen sind zwar regelmässig mit quergestreckten Korkzellen gepaart (Tafel V, 12, 14; VII, 18b; IX, 1) (für Reihen trifft dies nicht zu), quadratische und längsgestreckte Kieselzellen können dagegen ebensogut mit quergestreckten, wie mit isodiametrischen und längsgestreckten Korkkurzzellen sich paaren oder zu Reihen verbinden (Tafel IV, 3, 9, 10; VII, 14c, d, e).

In einigen wenigen Fällen existiert eine gewisse Gesetzmässigkeit. In der Epidermis von *Pectinaria* (Tafel VI, 31), *Trachypogon*, *Tricholaena* (Laubtriebblatt) wechseln in den Streifen über Bast auf längere Strecken Hantelzellen regelmässig mit quergestreckten Korkkurzzellen. Diese quellen oft seitlich zwischen den Hanteln hervor, gleichsam einem longitudinal wirkenden Druck nachgebend. Bei *Reimaria*, *Saccharum*, *Arthraxon*, *Erianthus*, *Tristachya* (Tafel III, 26) sind die Korkkurzzellen unter denselben Verhältnissen regelmässig längsgestreckt, durchschnittlich ungefähr von der Länge der Hanteln.

In den Streifen über Bast auf der Unterseite von *Lygeum* entsprechen den längeren Kieselzellen in der Mitte der Streifen regelmässig auch längere Korkzellen; auf der Unterseite des Blattes von *Apluda* sind im Randbaststreifen die Korkzellen regelmässig so lang, wie die mit ihnen gepaarten, ungleich langen Kieselzellen.

Regelmässig quergestreckt sind die Korkkurzzellen der Blattoberseite von *Themeda* (Tafel VII, 13) und über Parenchym auf der Blattunterseite von *Sesleria* (Tafel VII, 14); meist quadratisch über dem Bastband der Oberseite des Mittelnervs von *Saccharum* (Tafel XVIII, 3); meist längsgestreckt über dem oberen Medianstreifen von *Spodiopogon*, über dem unteren von *Erianthus I*, in allen Streifen über Bast bei *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12).

In der Flächenansicht sind die Korkzellen über Bast gewöhnlich rectangulär. Da ihre Membranen sich nicht in gleicher Masse wie diejenigen der anstossenden Langzellen verdicken, zeigen sie eine sanftere Wellung als jene (Tafel VII, 6).

Über Assimilationsgewebe haben sie im allgemeinen unregelmässiger Umriss. Während die Langzellen regelmässig im Bereich der Querwände gar nicht oder nur schwach gewellt sind, sind die Korkzellen häufig ringsum gleich stark gewellt (*Eriochloa* [Tafel VII, 5], *Stenotaphrum*, *Pectinaria*, *Anthaenantia*). Bei *Anthaenantia* finden sich über Parenchym alle Übergänge von schwach- zu starkwelligen Korkzellen.

Wenn die Kieselzellen schmaler sind, als die Langzellen derselben Reihe, werden sie von den anliegenden, breiteren Korkzellen von hinten her umfasst und diese letzteren erscheinen infolgedessen halbmondförmig (Tafel VI, 30 a, 31).

Bei *Zoysia* und *Tragus* tragen die Korkkurzzellen ausnahmsweise, bei *Spartina*, *Dichelachne*, *Nardurus* regelmässig eine bis mehrere Papillen.

3. Zwischenzellen.

Bei Reis, *Leersia* und *Hygroryza* alternieren in den reinen Kurzzellreihen über Bast die quergestreckten Kieselkurzzellen regelmässig mit Kurzzellen von ungefähr gleichen Dimensionen, deren Lumen normaler Weise nicht verkieselt ist, deren Membranen dünner sind als diejenigen der Langzellen, nach der Maceration nicht dunkler erscheinen als die übrigen Epidermiszellen und auf Chlorzinkjodzusatz sich nicht gelb, sondern blau färben. Weil sie regelmässig zwischen Reiszellen liegen, habe ich sie „Zwischenzellen“ genannt. Ihre Form ergibt sich aus derjenigen der Reiszellen. Sie sind in gewissem Sinne ihr Negativ (Tafel V, 8, 15 a, b). Diejenigen von *Hygroryza* tragen zahlreiche Cuticularwärtchen. Feste organische Inhaltsreste wurden nicht beobachtet.

Bei den meisten Arten stösst man ab und zu auf eine Kurzzelle, welche nach der Gestalt und topographischen Lage durchaus als Korkkurzzelle oder als Zwischenzelle angesprochen werden muss, deren Lumen aber gleich demjenigen der Kieselkurzzellen solid verkieselt ist (Tafel V, 15 a, 21 a).

Topographie.

1. Allgemeines.

Sieht man ab von den Spaltöffnungs- und Blasen Zellstreifen, dann ist die übrige Epidermis in der Regel mit Kurzzellen ausgestattet.

Dieselben sind

a. isoliert, d. h. eine Kurzzelle liegt zwischen zwei Langzellen derselben Reihe (Tafel VI, 29; VII, 10),

b. gepaart, d. h. zwei Kurzzellen liegen zwischen zwei Langzellen derselben Reihe (Tafel VII, 14; IX, 1),

c. in Gruppen vereinigt, d. h. je drei bis vier (selten mehr) Kurzzellen liegen zwischen zwei Langzellen derselben Reihe (Tafel VII, 14 c, e, 13),

d. in Reihen geordnet, d. h. sie bilden Längsreihen von variabler Länge (Tafel III, 24, 26; VII, 11).

Korkkurzzellen kommen häufig, Kieselkurzzellen selten (*Ichnanthus*, *Apluda*, *Manisuris*) in grösserer Menge isoliert nebeneinander vor. Dagegen sind gewöhnlich isolierte Kieselzellen spärlich zwischen die mit Korkzellen verbundenen eingestreut.

Die Kurzzellpaare, -Gruppen und -Reihen sind meist „gemischt“, d. h. aus Kork- und Kieselkurzzellen zugleich zusammengesetzt (Tafel IX, 1, Streifen über Parenchym; Tafel III, 26; IV, 3, 4; VII, 14c, e), seltener „rein“, d. h. von lauter Kork- oder von lauter Kieselkurzzellen gebildet (Tafel VI, 29; VII, 11, 13).

In gemischten Paaren ist regelmässig die vordere Zelle eine Kieselzelle, die hintere eine Korkzelle (Tafel I; IV, 10; V, 14, 17). In gemischten Gruppen ist die vorderste Zelle ebenfalls eine Kieselzelle, die hinterste bald eine Kork-, bald eine Kieselzelle (Tafel VII, 14c, e, 18). (Ein 7 mm langes Stück eines 11 Reihen breiten Streifens über Bast von *Polytoca* enthielt 44 gemischte, meist dreizählige Gruppen, deren vorderste Zelle ausnahmslos eine Kieselzelle war.)

In den Streifen über Parenchym wird bei einigen Arten die vorderste Zelle der Kurzzellpaare oder -Gruppen regelmässig ersetzt durch ein Stachelhärchchen (*Ampelodesmos*, *Gastridium*, *Elymus arenarius*, *Festuca punctoria*, Tafel VII, 13; vergl. auch Tafel VII, 14, drittausserste Reihe links), seltener durch eine Spaltöffnung (*Festuca punctoria*, Tafel VII, 13; vergl. auch Figur 15g). (Damit harmoniert die Tatsache, dass in denjenigen Epidermisstreifen, welche reine Kurzzellreihen enthalten, die Stachelhärchchen nur in diesen Reihen auftreten.)

In längeren, gemischten Kurzzellreihen wechselt bisweilen sehr regelmässig je eine Kieselkurzzelle mit einer Korkkurzzelle (Tafel III, 26; IV, 9). Häufiger alterniert je eine Kieselkurzzelle mit einer bis drei, selten mehreren Korkkurzzellen (Tafel IV, 3, 4) oder es folgen stellenweise zwei bis mehrere Kieselkurzzellen direct aufeinander. So entstehen schliesslich Übergänge zu reinen Kork- oder Kieselzellreihen.

Beide Reihensorten sind im Verhältnis zu den „gemischten“ Kurzzellreihen selten.

Reine Kieselkurzzellreihen sind immerhin noch häufiger. Über Parenchym bei *Pharus*, in den secundären Streifen über Bast bei *Oplismenus*, über Bast auf der Blattunterseite von *Spodiopogon*. Die breiteren Streifen über Bast zeigen bei *Pharus* und *Oplismenus* in ihren gemischten Kurzzellreihen häufig Übergänge von der normalen Alternanz zu reinen Kieselkurzzellstrecken von variabler Länge.

Reine Korkkurzzellreihen fand ich typisch entwickelt nur bei *Festuca spadicea* (Tafel VII, 11). Übergangsstadien dazu fanden sich z. B. bei *Erianthus*, wo die gemischten Kurzzellreihen bisweilen in kurze, reine Korkzellstrecken übergingen.

Nach der Anordnung der Kurzzellen in den verschiedenen Streifen der Epidermis lassen sich drei Hauptfälle unterscheiden:

Typus I. Zerstreute Ordnung ohne Reihendifferenzierung. Über Bast und Assimilationsgewebe (Tafel V, 17, 14mf; VI, 4; VII, 10, 13, 14; IX, 1b; XII, 3; XVIII, 1, 3, 4).

Isolierte oder gepaarte oder in Gruppen vereinigte Kurzzellen wechseln in allen Reihen (eines bestimmten Streifens) in gleicher Weise mit Langzellen. Je nach der Länge der letzteren stehen die

Kurzzellen mehr oder weniger dicht. Dieser Typus herrscht regelmässig in den Streifen über Parenchym. In den Streifen über Bast ist er seltener als der unten zu beschreibende, dritte Typus.

Typus II. Zerstreute Ordnung. Differenzierung in kurzzellreiche und kurzzellarme (bis kurzzellfreie) Langzellreihen. Nur über Bast (Tafel I).

Bei gewissen Arten sind die Streifen über Bast ebenfalls gleichmässig mit Kurzzellen übersät und die Paare oder wenigzelligen Gruppen derselben werden regelmässig durch Langzellen geschieden. Bei genauerem Zusehen ergibt sich aber, dass sich zwischen die kurzzellhaltigen Reihen „leere“ Reihen einschieben, welche Kurzzellen gar nicht oder nur in längeren Zwischenräumen enthalten (Tafel I). Eine kurzzellhaltige Reihe wird oft plötzlich oder allmählich zu einer „leeren“; dann ändern sich in der Regel die angrenzenden, kurzzellfreien Reihen im entgegengesetzten Sinne.

Bisweilen rücken in den kurzellreichen Reihen die Kurzzellen streckenweise zu reinen Kurzzellreihen zusammen (Übergang zum folgenden Typus III), oder es treten in bestimmten Bezirken des Streifens auch in den „leeren“ Reihen zwischen den Langzellen regelmässig Kurzzellen auf (Übergang in den Typus I).

Besonders rein ausgeprägt fand sich Typus II bei *Nardus*-Exemplaren verschiedener Provenienz (allerdings nicht bei allen zur Untersuchung gelangten), stellenweise vicarisierend für Typus III bei zahlreichen Arten.

Typus III. Differenzierung in reine Lang- und reine Kurzzellreihen. Bloss über Bast (Tafel III, 24, 26, 27; IV, 1, 3, 5, 9; V, 13, 14rf, 21, 28; VI, 29; VII, 11).

Über Bast tritt von allen drei Typen dieser weitaus am häufigsten auf. Je eine Kurzzellreihe wechselt mit einer bis zwei Langzellreihen. Nicht selten erfahren solche Streifen stellenweise eine Art Auflockerung, indem die Kieselzellen vorübergehend nach Typus II oder I sich ordnen. In breiten Streifen der Blattfläche, welche Kieselzellen des Hanteltypus führen, bemerkt man häufig, dass von den beiden Streifenrändern aus nach der Streifenmitte hin die Reihendifferenzierung schärfer und die Kurzzellen länger werden. Bei *Polytoca bracteata* z. B. herrschen in den secundären Streifen über der ganzen Breite mit Korkzellen gepaarte Kieselkreuze, welche angeordnet sind nach Typus II, der bisweilen in Typus I übergeht. In den breiteren, primären Streifen verhalten sich die Ränder ähnlich wie die secundären Streifen; in der Mitte dagegen liegt eine (bis mehrere) von reinen Langzellreihen begleitete, Hantelzellen führende, reine Kurzzellreihe.

Schon im allgemeinen Teil wurde darauf hingewiesen, dass Kurz- und Langzellreihen nicht kontinuierlich von der Blattbasis zur Blattspitze nebeneinander herlaufen, sondern bald in längeren, bald in kürzeren Zwischenräumen zu Lang-, bzw. Kurzzellreihen werden (Tafel V, 13; VII, 11a, b) oder sich auskeilen, oder in ungleiche Tochterreihen spalten. Es findet so von Strecke zu Strecke gleichsam eine Seitwärtsverschiebung derselben, bald nach rechts, bald nach links, statt. Die Reihendifferenzierung und die regelmässige Alternanz beider Reihensorten bleibt aber trotzdem erhalten. Zwei reine Langzellreihen stossen zwar nicht selten auf längere Strecken aneinander, Kurzzellreihen nur auf ganz kurze Distanz, im Bereich ihrer sich übereinander schiebenden Enden.

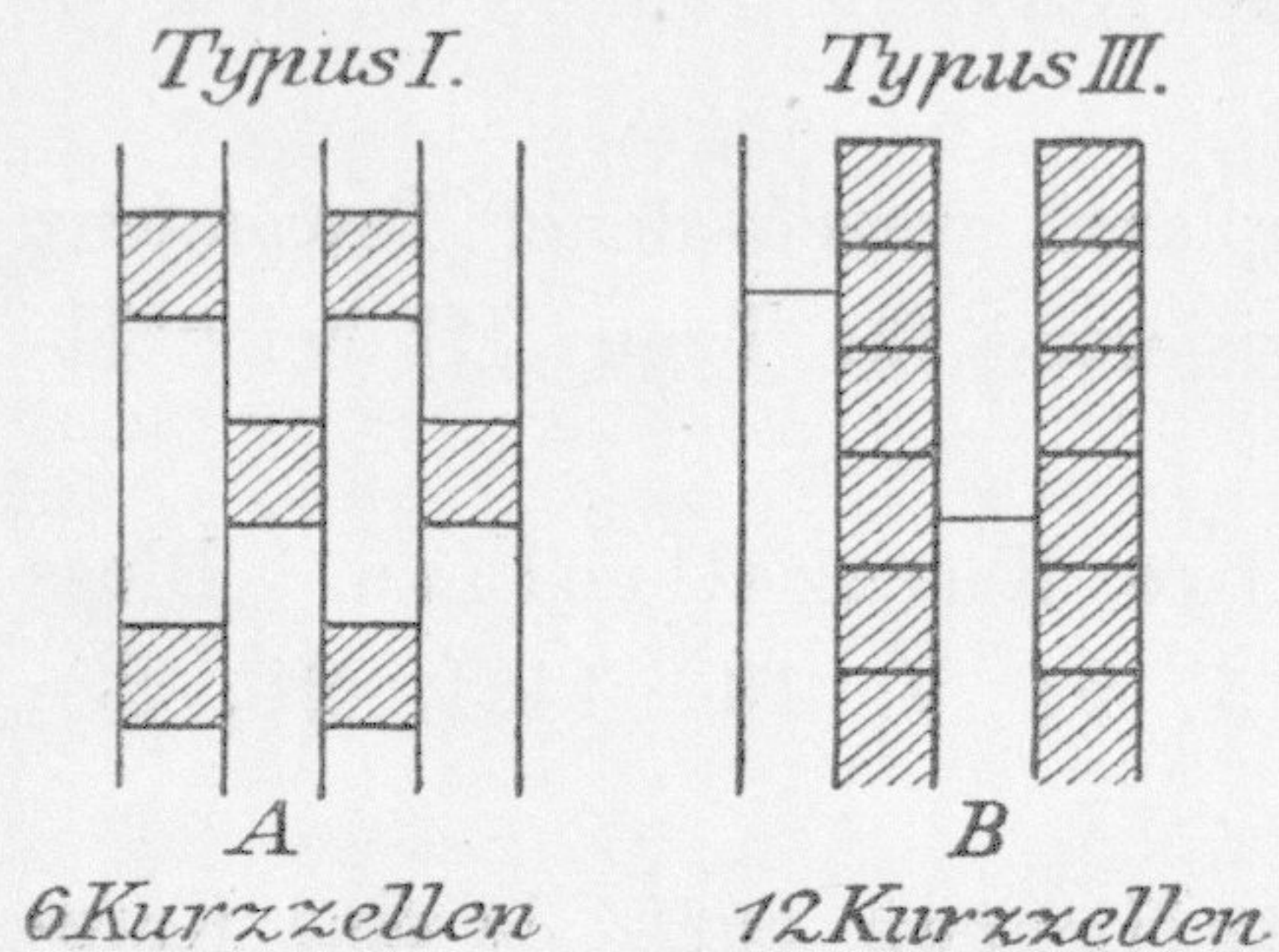
Breite, nach Typus III gebaute Streifen haben oft die Tendenz, im Bereich ihres Mittelfeldes aller Kurzzellen sich zu entledigen, sodass dann kurzzellarme bis leere,

längere oder kürzere Mittelfeldstrecken mit kurzzellhaltigen (in der Längsrichtung) alternieren (*Erianthus japonicus* I, *Spodiopogon*, *Anthraenantia*, Reis, *Festuca spadicea*).

In seltenen Fällen werden in Streifen, welche im übrigen nach Typus III gebaut sind, auch die Langzellreihen zu reinen Kurzzellreihen, sodass bis sechs Reihen nebeneinander herlaufen, deren jede aus regelmässig alternierenden Kieselkurzzellen und Kork- bzw. Zwischenzellen besteht (*Manisuris*, *Isachne arundinacea*, Reis [Tafel V, 13], *Hygroryza*). Dieser Anordnungsmodus herrscht aber immer nur sporadisch auf kurze Strecken innerhalb einzelner Streifen. Bei *Hygroryza* tritt er allerdings mit bemerkenswerter Häufigkeit auf.

An solchen Stellen hat die Anreicherung an Kurzzellen und speciell an Kieselkurzzellen den höchsten Grad erreicht, der überhaupt beobachtet wurde. Mehrere Reihen breite, ausschliesslich aus Kork- oder ausschliesslich aus Kieselkurzzellen bestehende Epidermiscomplexe habe ich nirgends angetroffen.

Man kann sich von der Entstehung dieser verschiedenen Verteilungsmodi eine Vorstellung machen, wenn man annimmt, die gleichmässig zerstreute Ordnung (Typus I) repräsentiere die ursprüngliche und älteste Anordnungsweise, und wenn man ferner berücksichtigt, dass nach Typus I gebaute Streifen pro Flächeneinheit viel weniger Kurzzellen enthalten als die nach Typus III zusammengesetzten. Erstere Annahme ist allerdings nicht zu beweisen, letzteres ergibt sich aus einfachen, geometrischen Betrachtungen. (Vergl. die nebenstehenden, schematischen Figuren.) Figur A stellt zugleich annähernd das Dichtigkeitsmaximum nach Typus I angeordneter Kurzzellen dar.



Es erwies sich nun aus irgendwelchen Gründen (z. B. deshalb, weil die Kieselkurzzellen gegen feindliche Tiere einen wirksamen Schutz gewährten) die Anreicherung von Kurzzellen als vorteilhaft. In den Streifen über Parenchym und Blasenzellstreifen konnte dieselbe nicht gut Platz greifen, weil hier die freie Wassercirculation gehindert, dort die Spaltöffnungen verdrängt worden wären. Sie trat daher bloss über Bast auf. Hier wäre, wie man a priori annehmen muss, der höchste Grad der Entwicklung von Kurzzellen dann erreicht, wenn alle Reihen in reine Kurzzellreihen sich umgewandelt hätten. Thatsächlich ist aber diese Entwicklungsstufe nur äusserst selten innerhalb ganz kleiner Bezirke der Epidermis erreicht. Es würde offenbar eine allzu starke Schwächung der Festigkeit der Epidermis bedeuten, wenn die über den Bastmassen liegenden Streifen in lauter kleine, teils vollkommen spröde (Kieselkurzzellen), teils ganz dünnwandige (Kork- und Zwischenzellen) Zellchen zerstückelt würden. Es ist daher nicht nur zwischen den einzelnen Zellen, sondern auch unter den Zellreihen Arbeitsteilung eingetreten. Die Hälfte der Reihen eines Streifens hat sich der mechanischen Function einseitig angepasst, sie hat sich aller Kurzzellen entledigt und ihre Zellen sind lang und schmal, bisweilen geradezu bastzellförmig geworden. Die andere Hälfte der Reihen hat sich in lauter Kurzzellen aufgelöst. Die regelmässige Alternanz von Lang- und Kurzzellreihen erscheint jetzt auch verständlich, denn mechanisch ist es offenbar am vorteilhaftesten, wenn jede Kurzzellreihe für sich zwischen zwei Langzellreihen eingebettet liegt. Da ferner die Kurzzellenzüge ab und zu Unterbrechungen zeigen (Tafel VII, 11a, b), ist die Wassercirculation (welche durch die Kurzzellen jedenfalls wesentlich beeinträchtigt wird) in der Längs- und Querrichtung des Streifens möglich.

Vom mechanischen Gesichtspunkt aus erklärt sich auch einigermaßen der Schwund der Kurzzellen im Mittelfeld breiter, nach dem dritten Typus gebauter Streifen, sowie das Fehlen reiner Kurzzellreihen in stomafreien Streifen oder Feldern über Parenchym. In zwei Fällen (*Pharus* und *Leptaspis*) kommen allerdings reine Kurzzellreihen reichlich in den Streifen über Parenchym auf der Unterseite vor. Sie werden aber (wie bereits oben erwähnt wurde) stets begleitet von Epidermiszellen, welche vollständig Bastqualität angenommen haben und die durch die Kurzzellreihen bedingte mechanische Schwächung der Epidermis gewissermaßen kompensieren.

2. Übersicht über die nach Art und Verteilung der Kurzzellen verschiedenen Streifen und Felder.

Bei der Charakterisierung eines Kurzzellen führenden Streifens müssen drei Gesichtspunkte zugleich ins Auge gefasst werden:

1. Die Kurzzellspecies. Kommen bloss Kork- oder bloss Kieselzellen, oder beiderlei Zellen, oder Kiesel- und Zwischenzellen oder gar keine Kurzzellen vor?

2. Form und Grösse der Kurzzellen. Kommen charakteristische Form- und Grössenvariationen vor?

3. Verteilung der Kieselzellen. Nach welchem der drei Verteilungstypen sind die Kurzzellen angeordnet? Kommt in ein- und demselben Streifen mehr als ein Verteilungstypus zur Herrschaft?

Dies sind die Einteilungsprincipien für die folgende, kurze Übersicht über die wichtigsten Streifentypen. In derselben sind die Blasen Zellstreifen und die Stomastreifen und -Felder nicht enthalten, weil sie (seltene Ausnahmen abgerechnet) kurzzellfrei sind und ihre Zusammensetzung sich nach dem Früheren von selbst versteht.

A. Einfache Streifen über Bast; einfache, stomafreie Streifen und Felder über Parenchym.

I. Kork- und Kieselkurzzellen zugleich vorhanden:

a. gemischte Paare (Gruppen) oder Reihen bildend:

nach Typus I geordnete Paare:

Streifen über Bast, Blattfläche: *Andropogon Gryllus*, *Rotboellia*, *Zizaniopsis*, *Spartina*, *Festuca punctoria*.

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast): *Maydeen*, *Imperata*, *Stenotaphrum*, *Manisuris*.

Streifen über Bast, Blattrand: Zahlreiche Arten (siehe „Specielles“ über diesen Streifen).

Felder über Parenchym: *Coix*, *Andropogon Gryllus*, *Arundinella anomala*.

Nach Typus II geordnete Paare:

Nardus stricta (weniger scharf bei *Lygeum*, *Imperata*, *Arundinella anomala*).

Nach Typus III geordnet:

Streifen über Bast, Blattfläche: Zahlreiche Arten aus den verschiedensten Tribus (*Amphicarpum*, *Tragus*, Reis, *Uniola*, *Phyllostachys*).

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast): *Ichnanthus*, *Cenchrus*, *Olyra latifolia*, *Ehrharta panicea*.

Streifen über Bast, Blattrand (relativ selten): *Digitaria*, *Antheophora*.

Streifen über Parenchym(!): Bloss bei *Leptaspis*.

b. Ausser gemischten Paaren noch zahlreiche isolierte oder gepaarte Korkkurzzellen vorhanden:

Streifen über Bast, Blattfläche: *Zoysia*, Unterseite.

Felder über Parenchym: Zahlreiche Arten, z. B. *Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).

II. Bloss Korkkurzzellen:

nach Typus I geordnet, isoliert oder gepaart oder in Gruppen:

Streifen über Bast, Blattfläche (selten!): *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12), *Themeda* (Oberseite, Tafel II, 15).

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast): *Erianthus II* Oberseite, *Saccharum* Oberseite (Tafel VII, 10), *Zizaniopsis* Unterseite.

Streifen über Bast, Blattrand: *Iseilema*.

Streifen oder Felder über Parenchym:

a. Meist isoliert:

auf beiden Blattseiten bei *Themeda* und *Eriochloa*,

bloss oberseits bei *Dimeria*, *Saccharum*, *Isachne arundinacea*,

bloss unterseits bei *Elionurus* und *Stenotaphrum*. (Vergl. auch Tafel VII, 14.)

β. Meist gepaart oder in Gruppen:

beiderseits bei *Anthraenantia*,

bloss oberseits bei *Spartina*.

nach Typus III geordnet:

bloss über Bast bei *Festuca spadicea* (Tafel VII, 11).

III. Bloss Kieselkurzzellen:

nach Typus I geordnet:

Streifen und Felder über Parenchym bei *Ichnanthus* (Tafel VI, 29) und *Aegopogon*.

nach Typus II geordnet:

Streifen über Bast, Blattfläche: *Pogonatherum* (Tafel VI, 8).

nach Typus III geordnet:

Secundäre Streifen über Bast: *Ichnanthus* (Tafel VI, 29).

Streifen über Parenchym(!): Bloss bei *Pharus* (Tafel III, 24, 25).

IV. Kurzzellen fehlen:

Streifen und Felder über Parenchym: *Pogonatherum* (Tafel VI, 8), *Chamaeraphis*, *Stenotaphrum*, *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12).

B. Zusammengesetzte Streifen über Bast.

Blattfläche:

Isachne arundinacea, Unterseite: Mittelfeld mit nach Typus III geordneten Kiesel- und Korkzellen, Randfelder mit zerstreuten Korkzellen.

Polytoca, Primärstreifen: Mittelfeld mit nach Typus III geordneten Kork- und Hantelzellen, Randfelder mit nach Typus II bis I verteilten, gemischten Paaren, deren Kieselzellen kreuzförmig oder quergestreckt sind.

Blattrand:

Zwei Felder, ein oberes, der Epidermis der Blattoberseite angehörend, und ein unteres, zur untern Epidermis gehörendes: Oberes nach Typus I, unteres nach Typus III gebaut: *Perotis*, *Ischaemum*. (Vergl. auch Tafel I, Randstreifen über Bast bei *Nardus*.)

Drei Felder: *Tragus*, *Setaria*, *Cenchrus*, *Sesleria* (Tafel VII, 14).

Fünf Felder: Mittelfeld mit Korkzellen nach Typus I, innere Seitenfelder mit Kork- und Kieselzellen nach Typus III, äussere Seitenfelder mit Korkzellen nach Typus I.

Schema: $\begin{matrix} I & III & I & III & I \\ Ko & Ki + Ko & Ko & Ki + Ko & Ko \end{matrix}$ (*Isachne arundinacea*.)

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast):

Regelmässig drei Felder:

In allen drei Feldern Kiesel- und Korkkurzzellen, aber die Kieselzellen des Mittelfeldes mehr oder weniger verkümmert: *Setaria*, Reis, *Leersia*.

Im Mittelfeld bloss Korkkurzzellen, in den Randfeldern Kiesel- und Korkkurzzellen: *Beckera* (Ober- und Unterseite), *Erianthus*, *Phalaris* (Unterseite).

Mittelfeld ohne Kurzzellen, Randfelder mit Kork- und Kieselkurzzellen: *Digitaria*, *Eriochloa* (Tafel VI, 4), *Luziola*.

3. Specielles über die Streifen über Bast auf der Blattfläche.

Bei der Mehrzahl der untersuchten Arten sind die Kurzzellen über Bast auf der Blattfläche nach Typus III angeordnet. Die Kurzzellreihen bestehen regelmässig (seltene, in der vorangehenden Übersicht angeführte Fälle ausgenommen) aus Kork- und Kieselkurzzellen zugleich.

Aus dem unten folgenden Verzeichnis von Arten, für welche dieser Verteilungstypus charakteristisch ist, geht die Verbreitung desselben in den verschiedensten Tribus klar hervor:

Maydeen:	Mais,	Agrostideen:	<i>Aristida</i> ,
	<i>Coix</i> ,		<i>Piptochaetium</i> ,
Andropogoneen:	<i>Pectinaria</i> ,		<i>Brachyelytrum</i> ,
	<i>Trachypogon</i> ,	Aveneen:	<i>Tristachya</i> ,
	<i>Iseilema</i> ,	Chlorideen:	<i>Cynodon</i> ,
Zoysieen:	<i>Tragus</i> ,		<i>Schoenefeldia</i> ,
Tristegineen:	<i>Beckera</i> U.-S.*),		<i>Harpechloa</i> ,
Paniceen:	<i>Anthaenantia</i> ,		<i>Chloris</i> u. v. a.,
	<i>Amphicarpum</i> ,	Festuceen:	<i>Schmidtia</i> ,
	<i>Setaria</i> ,		<i>Centotheca</i> ,
Oryzeen:	<i>Luziola</i> U.-S.,		<i>Aeluropus</i> ,
	Reis } statt Korkzellen		<i>Lamarckia</i> ,
	<i>Leersia</i> } Zwischenzellen,	Hordeen:	<i>Oropetium</i> ,
Phalarideen:	<i>Ehrharta panicea</i> ,	Bambuseen:	<i>Phyllostachys</i> ,
			<i>Chusquea</i> .

*) Unterseite.

Aus dieser Übersicht geht auch deutlich hervor, dass dieser Typus III vorwiegend bei tropischen und subtropischen Gattungen scharf ausgeprägt ist.

Typus II ist, wie bereits erwähnt wurde, selten für ganze Blätter charakteristisch (*Nardus*).

Typus I ist seltener als Typus III. Die Kurzzellen bilden in der Regel gemischte Paare oder (seltener) gemischte Gruppen. Bei den Panicoideen ist der Typus I seltener als bei den Poaeoideen, doch kann dies lediglich eine zufällige Folge der willkürlichen Artenauswahl sein. Folgende Arten zeigten den ersten Typus scharf:

Andropogoneen:	<i>Elionorus</i> U.-S.,	Agrostideen:	<i>Stipa</i> ,
	<i>Andropogon Gryllus</i> U.-S.,		<i>Podophorus</i> U.-S.,
Zoysieen:	<i>Zoysia</i> U.-S.,		<i>Sporobolus</i> ,
Oryzeen:	<i>Zizaniopsis</i> .	Aveneen:	<i>Danthonia</i> U.-S.,
		Chlorideen:	<i>Spartina</i> U.-S.,
			<i>Tetrachne</i> ,
		Festuceen:	<i>Echinaria</i> ,
			<i>Eragrostis</i> ,
			<i>Distichlis</i> ,
			<i>Scolochloa</i> ,
			<i>Bromus</i> ,
		Hordeen:	<i>Lolium</i> ,
			<i>Haynaldia</i> ,
		Bambuseen:	<i>Arthrostyloidium</i> .

Bei den Arten, welche Kieselzellen des Hanteltypus führen, sind oft die Streifen über Bast auf der Ober- und Unterseite, oder auch die primären und secundären Streifen derselben Blattseite ungleich. Es lassen sich folgende Hauptfälle unterscheiden:

(Um die Übersicht nicht zu sehr zu complicieren, wird nur auf die Streifen der Blattfläche Rücksicht genommen und von dem Mittelnerv und Blattrand, die so wie so, auch bei Vertretern anderer Kieselzelltypen, oft einen abweichenden Bau besitzen, abgesehen.)

I. Ober- und unterseits, in primären und secundären Streifen Kreuze:

Olyra latifolia (der Mittelnerv führt ausserdem noch Hanteln).

II. Zahlreiche Kreuze und Hanteln auf beiden Blattseiten. Erstere occupieren vorzugsweise die secundären, letztere die primären Streifen. Doch können auch in primären Streifen Kreuze in reichlicher Anzahl (hauptsächlich über den Randfeldern) auftreten.

Coix, *Polytoca*, *Tripsacum*, *Rotboellia*, *Manisuris*, *Spinifex*, *Luziola*.

III. Hanteln dominieren in allen Streifen. Gelegentlich finden sich auch Kreuze oder Knotenzellen eingestreut. Dieser Fall ist am meisten verbreitet:

Andropogoneen: *Erianthus I*, *Pectinaria*, *Trachypogon*, *Arthraxon*, *Iseilema*.

Zoysieen: *Antheophora*, *Latipes*, *Perotis*.

Paniceen: *Eriochloa*, *Digitaria*, *Panicum*, *Reimaria*, *Chamaeraphis*, *Setaria*.

Oryzeen: *Pharus*, *Leptaspis*.

Phalarideen: *Ehrharta* *Microlaena*.

Agrostideen: *Aristida*, *Brachyelytrum*.

Aveneene: *Tristachya*.

Chlorideen: *Otenium*, *Dinebra*.

Festuceen: *Schmidtia*, *Gynerium*, *Molinia*, *Uniola*.

Bambuseen: *Bambusa gracilis*.

IV. In bestimmten Streifen dominieren Hanteln, in andern Knotenzellen.

- a. Knotenzellen in allen Streifen der Oberseite, Hanteln in allen Streifen der Unterseite dominierend:

Tricholaena (Laubtrieb).

- b. Knotenzellen in allen Streifen der Unterseite, Hanteln in denjenigen der Oberseite dominierend:

Ischaemum, *Saccharum*, *Spodiopogon*.

- c. Knotenzellen herrschen bloss vor in den secundären Streifen der Unterseite, Hanteln dominieren in den primären Streifen der Unterseite, sowie in den secundären und primären der Oberseite:

Ichnanthus (Tafel III, 27; VI, 29).

V. Knotenzellen zahlreich in allen Streifen.

- a. Sie dominieren in allen Streifen (primären und secundären):

Tricholaena (Halmblatt).

- b. In den primären Streifen der Blattunterseite sind den Knotenzellen zahlreiche Hanteln beigemischt. Letztere können stellenweise vorherrschen:

Oplismenus.

4. Specielles über die Streifen über Bast am Mittelnerv.

(Bezieht sich bloss auf die Panicoideen.)

Wenn der Mittelnerv sich durch Bau und Grösse nur wenig oder gar nicht von den stärksten Flächennerven unterscheidet (Tafel I, 2; II, 11), sind auch die zugehörigen Streifen über Bast identisch mit denjenigen der Blattfläche. Ist er dagegen deutlich ausgeprägt, dann weichen die Medianstreifen häufig, seltener auch die Seitenstreifen in ihrem Bau von den Flächenstreifen ab.

Es sind daher in erster Linie die Epidermisstreifen über den Bastbändern der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven und über dem starken, medianen Bastbündel auf der Unterseite zusammengesetzter und starker einfacher Mittelnerven, welche sich in Form und Verteilung der Kurzzellen von den Flächenstreifen unterscheiden.

Folgende sind die wichtigsten Streifentypen über den Mittelnerven:

- a. Kieselzellen über der ganzen Breite des Streifens gleichmässig verteilt, gleich geformt und gleich gross:

Gemischte Paare in allen Reihen (Verteilungstypus I).

Bastbänder der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Maydeen,

Imperata.

Medianstreifen der Unterseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Euchlaena,

Coix,

Polytoca,

Medianstreifen der Unterseite einfacher Mittelnerven:

Manisuris.

Reihendifferenzierung (Verteilungstypus III) (Langzellreihen und gemischte Kurz-
zellreihen).

Bastbänder der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven: —

Medianstreifen der Unterseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Pennisetum,

Medianstreifen der Unterseite einfacher Mittelnerven:

Cenchrus.

- b. Kieselzellen über der ganzen Breite der Streifen, aber im Mittelfeld kleiner als am Streifenrande:

Medianstreifen auf der Unterseite der Mittelnerven:

Leersia, Reis I und II: Am Streifenrand ächte Reiszellen, über der Mitte kleine, meist quergestreckte, unregelmässig geformte Kieselzellchen.

Setaria: Am Rande grosse, vollkommene, nach Typus III geordnete, über der Mitte kleinere, oft nur kümmerlich entwickelte, nach Typus I geordnete Hanteln. (Die Mächtigkeit der Kieselzellen und die Reihendifferenzierung wächst hier also gegen die Streifenränder, in den primären Streifen der Blattfläche bei *Polytoca* umgekehrt gegen die Streifenmitte.)

- c. Kieselzellen bloss in den Randfeldern der Streifen häufiger, über dem Mittelfeld nur sporadisch auftretend.

Bastbänder der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Rotboellia,
Erianthus I } im Mittelfeld Korkkurzzellen.

Medianstreifen der Unterseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Erianthus I und *II*,

Spodiopogon,

Beckera,

Phalaris,

Medianstreifen der Unterseite einfacher Mittelnerven:

<i>Digitaria,</i>	}	Mittelfeld kurzzellfrei.
<i>Oplismenus,</i>		
<i>Eriochloa</i> (Tafel VII, 4)		

d. Kieselzellen fehlen über der ganzen Breite oder treten nur ausnahmsweise sporadisch auf:

Erianthus II, *Saccharum* (Tafel VII, 10), *Spodiopogon*, *Ischaemum*, *Themeda*.

Dieser Typus ist für die Mehrzahl der Streifen über den Bastbändern der Oberseite der Mittelnerven charakteristisch.

Alle diese Streifen der letztgenannten Arten führen zahlreiche, nach Typus I geordnete Korkkurzzellen.

Die Epidermisstreifen, welche die oben mehrfach erwähnten Bastbänder bedecken, sind die breitesten und reihenreichsten (bis 100 Reihen breit), welche in der Gramineenepidermis vorkommen. Sie werden höchstens noch übertroffen von den Streifen, welche die ganze Unterseite der borstlichen Blätter gewisser Arten überziehen und durchweg über Stereom liegen (*Festuca punctoria*).

Bei diesen breiten „Bastbandstreifen“ liess sich in einigen Fällen ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Bau der Epidermis und der Dicke der Bastunterlage constatieren. In der Regel sind die Streifen, der durchweg gleich dicken Bastunterlage entsprechend, über der ganzen Breite gleich gebaut, d. h. in allen Reihen wechseln Langzellen entweder mit einfachen oder gepaarten Korkzellen, oder dann mit gemischten Paaren. An den mir vorliegenden Blattstücken von *Erianthus I* und *Rotboellia* ist das Bastband an beiden Rändern zu blatteinwärts vorspringenden Leisten verdickt. Im Mittelfeld sind Korkkurzzellen gleichmässig über alle Reihen verstreut. In den Randfeldern dagegen, welche über den Bastleisten liegen, treten zu den Korkzellen noch zahlreiche Kieselzellen hinzu, welche zusammen mit den erstern nach Typus III sich anordnen. Die Bastzellen der Randleisten sind englumiger als diejenigen des Mittelstücks.

Die mittleren Reihen der Medianstreifen auf der Unterseite der zusammengesetzten Mittelnerven sind nicht nur häufig schmaler und von kleinerem Querschnitt als die ein bis drei Randreihen jederseits (Tafel III, 20; IV, 4; V, 14), sondern oft auch englumiger und von beträchtlich kleinerem Querschnitt, als die entsprechend gelegenen Reihen aller Streifen der Blattfläche (Mais, *Beckera*, *Spodiopogon*). Damit hängt vielleicht die kümmerliche Entwicklung oder das Fehlen der Kieselzellen in diesen Mittelfeldern zusammen. Eine constante, feste Beziehung in dieser Hinsicht besteht aber durchaus nicht.

Die „Seitenstreifen“ der Unterseite der zusammengesetzten Mittelnerven stimmen entweder mit den Streifen der Fläche überein und differieren vom Medianstreifen (Reis I, II) oder sie stimmen im Bau mit dem letzteren überein und differieren von den Flächenstreifen (*Beckera*, *Zizaniopsis*).

5. Specielles über den Streifen über Bast am Blattrande.

(Bezieht sich nur auf die Panicoideen.)

Über dem Bastbündel des Blattrandes herrscht die Tendenz, die Kurzzellen (als gemischte Paare) nach Typus I anzuordnen.

80 Procent der 40 daraufhin geprüften Arten zeigten diesen Verteilungsmodus mehr oder weniger rein ausgeprägt und bei 60 Procent stand dieser in scharfem Gegensatz zu den Flächenstreifen, wo die Kurzzellen nach Typus III geordnet waren. (Vergl. z. B. die Anordnung der Kurzzellen bei *Amphicarpum*, Tafel VI, 4 und 5).

Wenn die Ausbildung continuierlicher Kurzzellreihen einerseits eine mechanische Schwächung der Epidermis, anderseits ein wesentliches Hindernis für die Wassercirculation in der Epidermis in der Quer- richtung des Blattes bedeutet, erscheint die oben erwähnte Thatsache zweckmässig. Denn einerseits ist der Blattrand bekanntlich mechanisch stark in Anspruch genommen, anderseits liegt hier die Passage, durch welche der directe Wasserverkehr der oberen und unteren Epidermis vermittelt wird. (Vergl. p. 54.)

6. Specielles über die Streifen über Parenchym.

Nach der Verteilung der Kieselkurzzellen über Parenchym auf beiden Blattseiten lassen sich folgende Hauptfälle unterscheiden:

I. Kieselzellen oben und unten häufig oder doch nicht selten:

Maydeen, *Manisuris*, *Arundinella anomala*, *Ichnanthus*, *Olyra latifolia*, *Zizania*.

Von den drei standortsverschiedenen Reisblättern*) führte Nr. I in den Streifen über Parenchym auf beiden Blattseiten Kieselzellen in mittlerer Häufigkeit, bei Nr. II und III fand ich keine. In diesen Streifen scheint also die Variation nach dem Standort mehr Platz zu greifen, als in den Baststreifen der Fläche, welche in allen drei Fällen denselben Bau besitzen.

II. Kieselzellen bloss unten:

Tricholaena rosea (Laubtrieb).

III. Kieselzellen bloss oben (unten äusserst selten):

Oplismenus.

IV. Kieselzellen fehlen oben und unten:

Pogonatherum, *Elionurus*, *Tragus*, *Perotis*, *Beckera*, *Anthaenantia*, *Chamaeraphis*, *Ehrharta panicea*.

Die Kieselzellen sind in der Regel an eine (oder mehrere) Korkzellen gebunden. Wo sie ganz fehlen, werden sie meist durch Korkzellen ersetzt.

Bei den Korkkurzzellen lassen sich nach der Verteilung nach Blattseiten folgende Fälle unterscheiden:

I. Korkzellen oben und unten zahlreich:

Anthaenantia, *Themeda*, *Eriochloa* (Tafel IV, 4).

II. Korkzellen bloss oben zahlreich:

Dimeria, *Isachne* (Tafel V, 21), *Saccharum*.

III. Korkzellen bloss unten zahlreich:

Elionurus, *Stenotaphrum*.

In allen diesen Fällen fehlen Kieselzellen oder sind sehr selten.

*) Siehe Artenverzeichnis und p. 66 unten.

Zahlreiche, gemischte Kurzzellpaare und zahlreiche isolierte Korkzellen nebeneinander finden sich über Parenchym auf der Oberseite bei *Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).

Nach der Anordnung der nicht mit Kieselzellen verbundenen Korkzellen lassen sich folgende Typen unterscheiden:

1. Gewöhnlich isoliert (selten zu zwei bis drei):

Themeda (Tafel II, 15), *Dimeria*, *Isachne*, *Sacharum*, *Elionurus*, *Eriochloa*, *Stenotaphrum*, *Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).

2. Meist gepaart (selten vereinzelt oder zu drei bis vier):

Anthaenantia.

3. Paare und drei- bis vierzählige Gruppen vorherrschend:

Oberseite von *Spartina* und *Festuca spadicea* (Tafel VII, 13).

Vollständig kurzzellfrei waren die Streifen über Parenchym auf der Blattober- und -Unterseite bei *Pogonatherum* (Tafel VI, 8), *Chamaeraphis*, *Anthoxanthum Puelii*, *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12), sowie die gesamte Blattepidermis bei *Mibora verna* und *Phippsia algida* (Tafel II, 1—4).

7. Beziehungen der Grösse der Kieselkurzzellen zur Topographie.

Vergleichende Messungen über die Grösse der Kurzzellen wurden nicht angestellt. Es ergaben sich trotzdem zwischen ungleichen Streifen oder ungleichen Blattseiten derselben Epidermis in der Grösse der Kieselkurzzellen Differenzen, welche ohne weiteres in die Augen springen. Dieselben sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt und beziehen sich durchweg auf Kieselzellen über Bast.

I. Variation nach Blattseiten.

- a. Oben kürzer als unten:

Polytoca (Tafel III, 3), *Isachne*.

- b. Oben länger als unten:

Olyra latifolia (Tafel III, 4), *Zizaniopsis*.

II. Variation nach Streifen.

1. Differenzen zwischen primären und secundären Streifen der Fläche:

Tricholaena rosea (Halmblatt): Die Knotenzellen der primären Streifen sind breiter als diejenigen der secundären.

Fasst man Kreuze, Hanteln und Knotenzellen auf als principiell gleichgeformte, aber ungleich lange Kieselzellen, dann ergeben sich aus der früher geschilderten Topographie dieser Zellen (p. 58) zahlreiche gesetzmässige Grössenschwankungen, welche hier zu rubricieren wären.

Messungen an einer beliebigen Stelle des Blattes von *Ichnanthus* ergaben, dass die Hantelzellen, welche in den primären Streifen vorherrschen, ca. 10μ breit und $20-25\mu$ lang, die in den secundären Streifen vorherrschenden Knotenzellen dagegen durchschnittlich 7μ breit und $28-33\mu$ lang waren.

2. Differenzen zwischen den Streifen der Fläche und des Randes:

- a. ohne Formveränderung: *Tragus*. Die primären und sekundären Streifen führen Zellen mittlerer Grösse (ca. 11μ lang und 13μ breit). Am Blattrand sind sie merklich grösser, sodass sie in der Breite sich zu denjenigen der Fläche verhalten wie 4 bis 5 zu 3,5. Über ganz schmalen Bastfäden, welche in der Nähe des Randes und nur da vorkommen, sind sie auffallend klein, sodass ihre Breite sich zu derjenigen der Zellen der Flächenstreifen verhält wie 2 bis 2,5 zu 3,5.
- b. mit Formveränderung: *Amphicarpum* (Tafel VI, 4—7). Die Zellen des Blattrandes übertreffen mehrmals diejenigen der Fläche an Masse.

III. Variation nach Feldern innerhalb breiterer Streifen.

1. Die Kieselzellen nehmen gegen die Streifenmitte an Grösse zu: *Polytoca*.
2. Die grösseren Kieselzellen liegen an den Streifenrändern, die kleineren in der Mitte: Medianstreifen der Unterseite der Mittelnerven von *Tragus* (Tafel IV, 6), *Setaria*, Reis, *Leersia* (Tafel V, 14).

IV. Variation nach Zellen innerhalb einer Reihe.

1. Zellen gleich breit, aber ungleich lang:
 - a. Quergestreckte, isodiametrische und längsgestreckte Kieselzellen wechseln regellos: *Andropogon Gryllus*.
 - b. Kieselzellen durchweg längsgestreckt: *Saccharum*, *Tricholaena* (Halmblatt).
 - c. Kieselzellen durchweg quergestreckt: *Zizania* (Tafel V, 16), *Zizaniopsis* (Tafel V, 17), *Hygrroryza*.
2. Zellen ungleich breit und ungleich lang: *Pharus* (Tafel III, 24—25). Die reinen Kieselzellreihen über Assimilationsgewebe zeigen ein charakteristisches An- und Abschwellen in der Grösse ihrer Elemente.

Alle diese letztgenannten Arten zeichnen sich durch auffallend starke Grössenvariation innerhalb der einzelnen Reihen aus. Geringere Schwankungen, welche regelmässig vorkommen, wurden hier nicht berücksichtigt.

Die Korkkurzzellen sind regelmässig so breit oder wenig breiter als die Langzellen derselben Reihe.

Die Kieselkurzzellen sind in der Mehrzahl der Fälle so breit wie die Langzellen derselben Reihe, bisweilen aber auch durchweg schmäler als die Lang- und Korkzellen derselben Reihe (Tafel IV, 10, 13; VI, 31).

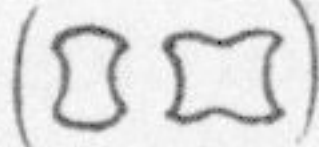
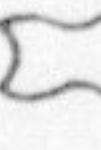
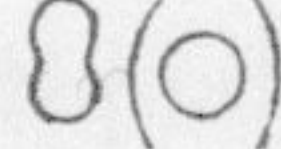
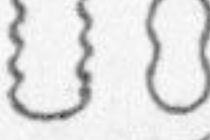
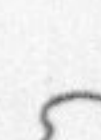
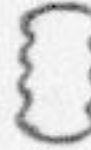
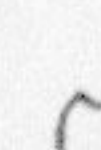
Wie schon einmal angedeutet wurde, war eine constante Beziehung zwischen der Grösse der Kurzzellen und der Configuration des Querschnittes der Bastunterlage nicht aufzufinden.

Über die Verbreitung der Kurzzellen bei den übrigen Organen der Gräser habe ich nur einige vereinzelte Beobachtungen gemacht. Es fanden sich sowohl Kork- wie Kieselkurzzellen in den Blattscheiden von *Nardus stricta* und *Alopecurus pratensis*, in der Halmepidermis von *Nardus*, *Alopecurus*, *Sesleria coerulea*, in den Niederblättern und Spelzen von *Nardus* und in der Rhizomepidermis von *Agropyrum repens*. (Nach WIESNER finden sich beide Kurzzellsorten auch in der Maislische und in der Epidermis des Zuckerrohrs.)

Vollkommen kurzzellfrei waren die Laubblattspreiten und -Scheiden, sowie die Halme der Zwerggräser *Phippisia algida* und *Mibora verna*.

Beziehungen der Kieselkurzzellen zum System und zu Klima und Standort.

Die folgenden zwei Tabellen geben einerseits eine kurze Recapitulation der Verbreitung der verschiedenen Kieselzelltypen nach Tribus, andererseits eine vergleichende Übersicht der Kieselzellformen derjenigen Gattungen, welche durch zwei oder mehr Arten vertreten sind. Der Typus ist jeweilen durch die Contur eines charakteristischen Flächenbildes angedeutet. Ausserdem sind die vorherrschenden Typen in der Tribusübersicht vorangestellt.

Tribus:		Arten derselben Gattung:	
1. Maydeen		<i>Andropogon Gryllus</i>	} 
		" <i>Ischaemum</i>	
2. Andropogoneen	 	<i>Arundinella anomala</i>	} 
		" <i>avenacea</i>	
3. Zoysieen	 	<i>Isachne arundinacea</i>	} 
		" <i>australis</i>	
4. Tristegineen	 	<i>Olyra latifolia</i>	} 
		" <i>micrantha</i>	
5. Paniceen	 	<i>Leersia virginica</i>	} 
		" <i>hexandra</i>	
6. Oryzeen	 	<i>Ehrharta Microlaena</i>	} 
		" <i>panicea</i>	
7. Phalarideen	 	<i>Hierochloa borealis</i>	} 
		" <i>alpina</i>	
8. Agrostideen	  	<i>Festuca arundinacea</i>	} 
		" <i>silvatica</i>	
		" <i>spadicea</i>	
9. Aveneen	  	<i>" punctoria</i>	} 
		" <i>thalassica</i>	
10. Chlorideen	 	<i>Hordeum jubatum</i>	} 
		" <i>maritimum</i>	
11. Festuceen	  	<i>Elymus giganteus</i>	} 
		" <i>arenarius</i>	
12. Hordeen	 	<i>Bambusa verticillata</i>	} 
		" <i>Metake</i>	
13. Bambuseen	 	" <i>gracilis</i>	} 

Die Sattelzellen dominieren bei den Chlorideen und Bambuseen, die Reiszellen bei den Oryzeen. Letztere Kurzzellsorte ist systematisch die interessanteste, denn sie kehrt nur bei der Panicee *Isachne arundinacea* wieder, und zwar in nicht ganz typischer Form.

Folgende Tribus sind also durch das Vorherrschen bestimmter Formen charakterisiert:

Typus I: Maydeen	100 %	Typus III: Oryzeen	60 %
Andropogoneen	94 %	Typus IV und V: Aveneën	57 %
Paniceen	90 %	Hordeen	70 %
Typus II: Chlorideen	60 %		
Bambuseen	80 %		

Aus der Übersicht der Kieselzellformen von Arten derselben Gattung ergibt sich, dass der Typus constant bleiben kann (*Hordeum*, *Festuca*, *Leersia*), dass anderseits aber auch total verschiedene Gestalten innerhalb derselben Gattung sich vereinigt finden können (*Isachne*!).

Zieht man die Heimat der untersuchten Arten mit in Betracht, dann ist ein gewisser Zusammenhang zwischen derselben und der Gestalt der Kieselkurzzellen (über Bast) deutlich zu erkennen.

Es zeigt sich dann, dass die charakteristischen Formen der drei ersten Haupttypen (sowie der Nebentypen) fast ausschliesslich tropischen und subtropischen Arten zukommen, dass dagegen die einfacheren Gestalten des vierten und fünften Haupttypus charakteristisch sind für die Arten der nördlichen gemässigten Zone, ausserdem allerdings auch auftreten bei zahlreichen subtropischen, aber nur bei ganz wenigen tropischen Arten (*Distichlis distichophyllum*, *Echinopogon australis*).

Von 34 Arten der nördlichen gemässigten Zone zeigten 70 % Typus IV und V (IV : V = 1 : 3), zwei Arten (*Molinia coerulea* und *Brachypodium silvaticum*) führten typische Hanteln und Knotenzellen, zwei Arten (*Corynephorus canescens* und *Buchloe dactyloides*) Sattelzellen, bei sechs Arten endlich fehlten über Bast die Kieselkurzzellen.

Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Kieselzellform der Kosmopoliten von Interesse:

Cynodon Dactylon,
Phragmites communis,
Glyceria fluitans,
Nardus stricta.

Da Sattelzellen unter den Arten der nördlichen gemässigten Zone nur beim „Buffalo-Gras“ der nordamerikanischen Prairien auftreten und für die spezifisch tropischen Tribus der Chlorideen und Bambuseen charakteristisch sind, weisen die Kieselzellen von *Cynodon* und *Phragmites* auf südliche Ursprungsgebiete dieser Arten hin.

Aus ähnlichen Gründen kann man die ursprüngliche Heimat von *Glyceria* und *Nardus* innerhalb der nördlichen gemässigten und subtropischen Zone vermuten.

Da genauere Standortsangaben den Herbarexemplaren nur selten beigelegt waren, konnten in dieser Richtung keine allgemeinen Schlüsse gezogen werden. Beim Reis und bei *Nardus* wurde an homologen Blättern von Exemplaren verschiedener Provenienz die Konstanz des Kieselzelltypus geprüft:

<i>Oryza sativa</i>	I Nubien,	<i>Nardus stricta</i>	I Zürich,
	II Piemont,		II St. Gallen,
	III Japan.		III Epinal,
			IV Bonn,
			V Corsica,
			VI Spanien,
			VII Olymp,
			VIII Guriel (Russland).

Jedes der drei standortsverschiedenen Reisblätter entstammte einem fruchtreifen Halm und war das zweitoberste desselben. Bei *Nardus* wurde je das oberste, vollkommen entwickelte Blatt eines Laubtriebes zur Untersuchung verwendet.

Es ergab sich, dass die Häufigkeit der Kieselzellen variieren kann, dass dagegen der Formentypus constant bleibt.

Das Bonner Exemplar von *Nardus* wich allerdings von den übrigen Individuen insofern etwas ab, als neben den Kreiszellen zahlreiche Ellipsenzellen, ausserdem (den Kreis- und Ellipsenzellen gegenüber nur in Minderzahl) Hantelzellen auftraten. Letzteres ist in Parallele zu setzen mit dem sporadischen Auftreten von Hanteln zwischen Sattelzellen.

Vergleicht man typische Steppengräser (*Spinifex hirsutus*, *Aristida congesta*, *Stipa pennata*, *Ampelodesmos tenax*, *Ammodendron pungens*) mit typischen Wassergräsern (meiste Oryzeen, z. B. *Leersia hexandra*, *Zizania palustris*, *Hygroryza aristata* [flutend!]), dann ergibt sich hinsichtlich der Kieselkurzzellen kein wesentlicher Unterschied. Alle oben erwähnten Steppen- und Wassergräser führen beiderseits zahlreiche und wohlentwickelte Kieselkurzzellen. (Bei *Ampelodesmos* werden oberseits die Kieselzellen durch kleine, zahlreiche, durchweg solid verkieselte Stachelhaare ersetzt.) Ausserdem sind häufig noch andere Elemente der Epidermis inhaltsverkiegelt. *Leersia hexandra* ist eine der kieselreichsten Arten.

Bei den den Meeresstrand bewohnenden Salzgräsern *Festuca thalassica* und *Spartina juncea*, sowie bei *Sporobolus pungens* (Strand von Corsica) fehlen Kieselkörper entweder ganz (*Festuca*) oder sind nur in Form kleiner, kümmerlich entwickelter Kieselkurzzellen vorhanden (*Spartina*, *Sporobolus*).

Um weiteren Aufschluss über den Einfluss des Standortes auf die Entwicklung der Kieselzellen zu gewinnen, wurden Maispflanzen unter dreierlei verschiedenen Bedingungen erzogen:

1. In kieselfreier Nährlösung (1 Exemplar).
2. In stets feucht erhaltener Gartenerde (4 Exemplare).
3. In möglichst trocken erhaltener Gartenerde (4 Exemplare).

Die Wassercultur wurde in einem böhmischen Glasgefäss vorgenommen. Kieselsäure konnte in minimier Menge dem Culturegefäss, ausserdem den gläsernen Gefässen entstammen, welche zur Herstellung und Aufbewahrung des zur Cultur verwendeten, destillierten Wassers benützt wurden. — Die feuchten Erdculturen erhielten täglich, die trockenen Culturen je nach Bedürfnis alle 4—14 Tage 100—200 ccm Brunnenwasser.

Die feuchten und trockenen Erdculturen zeigten weder in der Form, noch in der Häufigkeit der reichlich vorhandenen Kieselkurzzellen (über Bast) wesentliche und durchgreifende Differenzen.

Die Wassercultur wurde, nachdem sie acht Blätter entwickelt hatte, auf Kieselzellen untersucht. Alle Blätter waren sowohl absolut, wie auch im Vergleich zu den Erdculturen kieselzellarm. Kieselkurzzellen fanden sich regelmässig am Blattrand und an der Blattspitze, aber auch, im Vergleich zu normalen Blättern, spärlich. In den Streifen über Bast auf der Blattfläche und am Mittelnerv fehlten sie vollständig oder waren äusserst selten. Trotzdem fanden sich in diesen Streifen zahlreiche reine Kurzzellreihen, deren einzelne Elemente die Umrisse von Hantel- und Knotenzellen besaßen und auf Zusatz von Chlorzinkjod sich in der Mehrzahl blau, zum kleinern Teil gelbbraun färbten.

Vergleich der Kieselkurzzellen mit den Deck- und Kegelzellen.

Sieht man sich bei den übrigen Gefässpflanzen nach Bildungen um, welche mit den Kieselkurzzellen der Gräser verglichen werden können, dann fallen in erster Linie in Betracht:

1. Die „Kegelzellen“ der Cyperaceen.
2. Die „Stegmata“ oder Deckzellen zahlreicher Monokotyledonen und Farne.

Nach KOHL zerfallen die monokotylen Kieselpflanzen in zwei Gruppen:

- a. Mit kieselkörperführenden Stegmata ausgestattet: Orchideen, Musaceen, Marantaceen, (Juncaceen), Palmen.
- b. Ohne Stegmata: Gramineen, Cyperaceen.

Es ist nun sehr bemerkenswert, dass bei den beiden letztgenannten Familien Zellen vorkommen, welche sich in mehrfacher Beziehung mit den Deckzellen in Parallele setzen lassen.

Bekanntlich sind diese letztern annähernd isodiametrische Zellen, welche charakteristisch geformte (nach der Species variierende), das Lumen zum grössten Teil ausfüllende Kieselkörper führen und in Längsreihen im Mesophyll, unmittelbar über den Bastbelegen der Mestombündel liegen. Entweder reiht eine Deckzelle sich unmittelbar an die andere oder es alternieren in derselben Längsreihe Deckzellen mit ebenfalls kurzen, kieselkörperfreien Zellen. Die einzelnen Reihen können direct aneinander stossen oder getrennt verlaufen (KOHL).

Die Kieselkurzzellen der Gräser verhalten sich in mehrfacher Beziehung ähnlich. Sie sind zwar nicht ausschliesslich an Bast gebunden, doch sind sie, wie aus dem Früheren deutlich hervorgeht, über Bast immer viel besser und reichlicher entwickelt, als über Parenchym, über dem Bast ist ihr eigentlicher Bildungsherd. Hier bilden sie denn auch häufig Längsreihen, welche in der Regel nicht direct aneinander stossen und in welchen sie entweder dicht aneinander gereiht sind (selten) oder aber mit kieselkörperfreien, gleichfalls kurzen Zellen alternieren (Regel). Auch sie sind in verschiedenartiger, für die Art charakteristischer Weise gestaltet.

Bei den Cyperaceen finden sich weder Deck- noch Kurzzellen. DUVAL-JOUE*), welcher eingehende Untersuchungen über die anatomische Structur der Vegetationsorgane der Cyperaceen anstellte, hat in dieser Familie keine den Gramineen-Kurzzellen entsprechenden Zellen beobachtet. Ich habe selbst die

*) Académie des sciences et des lettres de Montpellier. T. VIII. p. 227, 347.

Blattspreite von *Carex paludosa*, *Eriophorum vaginatum*, *Scirpus silvaticus*, *Schoenus nigricans*, sowie die Hochblätter von *Cyperus alternifolius* in dieser Richtung geprüft, und zwar mit negativem Resultat.*)

Dagegen finden sich hier jene eigentümlichen Kegelzellen, welche auf ihrer Innenwand einen (selten mehrere) frei in das Lumen ragenden, verkieselten, kegelförmigen Vorsprung tragen. Sie kommen in ähnlicher Weise, wie die Kurzzellen der Gräser, an den verschiedensten Organen vor (Rhizom, Stengel, Blatt, Hochblatt, Fruchtschale). DUVAL-JOUVE prüfte daraufhin 57 auf die verschiedensten Gattungen entfallende Cyperaceen und wies bei allen diese Elemente nach. Sie formieren nach diesem Forscher eine bis zwei Längsreihen, welche jeweilen die Mitte eines direct über Bast liegenden Epidermisstreifens einnehmen. Nach meinen Beobachtungen an den oben erwähnten Arten können es auch mehr solcher Reihen sein. Immer aber liegen diese Reihen sowohl, wie die Kegelzellen einer Reihe einander unmittelbar an. Diese Anordnungsweise ist bei den Gramineen-Kurzzellen äusserst selten.

Nach METTENIUS**) ist bei *Aspidium deltoideum* die Epidermis auf der obern Seite der Nerven der Blattzipfel in Deckzellen umgewandelt, welche Concretionen von Kieselsäure enthalten.

Bei der Podostemacee *Terniola longipes* kommen in der Epidermis ähnliche Formen von Kieselzellen vor, wie bei manchen Gramineen über Parenchym. (Vergl. KOHL, Kalksalze und Kieselsäure Tafel V, 45, 51.)

Winkelhaare.

M o r p h o l o g i e.

Zahlreiche Arten aus allen Tribus (excl. Hordeen), darunter 90 % aller Panicoideen, besitzen jene eigenartigen, zweizelligen Trichome, welche bereits im allgemeinen Teil kurz charakterisiert wurden.

DUVAL-JOUVE sind sie vollständig entgangen. VON HÖHNEL hat sie (in seiner Abhandlung über die Gramineenspelzen) für die Reisspelzen kurz erwähnt und auch abgebildet, ebenso WIESNER (Einleitung in die technische Mikroskopie, p. 124) für die Maisliesche. THEO. HOLM (Botanical Gazette 1891) fand in der Blattspreite von *Uniola latifolia* „stumpfe Haare“. Aus den Abbildungen ergiebt sich, dass das, was dieser Forscher für vollkommene Trichome ansah, der zarten Endzellen beraubte Basalzellen von Winkelhaaren waren. (Die Nachprüfung dieser Art bestätigte dies.) Auch WEISS (die Pflanzenhaare) erwähnt dieser eigenartigen Trichome mit keinem Worte. Er so wenig wie die übrigen Forscher haben constatirt oder auch nur vermutet, dass diese Trichomform bei den Gräsern allgemein verbreitet und für dieselben charakteristisch sei.

Diese Haare sind immer dünnwandig, zweizellig (selten ein- bis dreizellig), im Niveau der äussern Epidermis rechtwinklig abgebogen, sodass der organisch obere, längere Schenkel der Epidermis aufliegt, der kürzere dagegen als Haarfuss in die Epidermis eingefügt ist (Tafel VIII, 2, 3, 12).

*) Auch bei den Juncaceen scheinen Kurzzellen zu fehlen. Wenigstens suchte ich bei *Juncus squarrosus*, *Luzula lutea* und *L. spadicea* vergeblich nach solchen. SORAUER (Über die Spaltöffnungen der Liliaceen) in KARSTENS botanischen Untersuchungen I will bei Liliaceen ähnliche kurze Zellen, wie sie die Gramineenkurzzellen darstellen, beobachtet haben.

**) Abh. d. math.-phys. Classe d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. VII, 1864, p. 419 u. ff.

Im Hinblick auf diesen rechtwinkligen bis schwach stumpfwinkligen Verlauf möchte ich diese Trichome „Winkelhaare“ nennen.

Es lassen sich drei Unterformen unterscheiden:

1. Cylindrische (Tafel VIII, 1—7). Basal- und Endzellen sind ungefähr gleich lang, oder die Endzelle ist etwas länger, selten mehrmals länger (Mais, Figur 18, in der Nähe der Blasen Zellstreifen). Die Basalzelle ist derbwandiger als die Endzelle, der Haarfuß gleich breit wie der Haarkörper oder etwas verjüngt (Tafel VIII, 1—3) oder etwas erweitert (Tafel VIII, 4).

Am obern Ende ist die Basalzelle oft mehr oder weniger stark verdickt (Tafel VIII, 2, 3, 4a). Es entsteht durch successive Anlagerung neuer Schichten auf die Querwand ein solider Zapfen, welcher das Lumen bis zur Hälfte oder bei *Nardus* noch weiter herab erfüllen kann. Bei *Nardus* enden sie häufig mit einem mehr oder weniger deutlichen Knöpfchen (Tafel VIII, 2). Solche Zapfen fanden sich bei *Nardus*-Exemplaren, welche dem Versuchsfeld der eidgenössischen Samencontrol-Station in Zürich entstammten, bereits in den Winkelhaaren an der Spitze junger Blätter, welche eben erst aus den umhüllenden Scheiden hervortraten. Sie liessen sich bis gegen die Längsmitte der Blätter verfolgen und fehlten vollständig in den Basalzellen der Winkelhaare der untern Blatthälfte und der Scheide.

Die Endzelle ist viel zartwandiger (Tafel VIII, 1, 2), die Spitze abgerundet (*Bouteloua*) oder etwas zugespitzt (*Nardus*), bei *Nardus* regelmässig solid (Tafel VIII, 1).

An ältern (getrockneten und frischen!) Blättern ist die Endzelle häufig collabiert oder bis auf geringe, basale Reste zerstört oder vollständig verloren gegangen (Tafel VI, 8w).

Der horizontale Schenkel des Trichoms liegt an den noch nicht entfalteten Blättern von *Nardus* in einer entsprechenden Einsenkung des äussern Epidermisniveaus. Dieselbe wird im Verlauf der weiteren Entwicklung des Blattes wieder mehr oder weniger verstrichen. (Vergl. auch *Polytoca*, Tafel VIII, 7.)

Die cylindrische Form ist die gewöhnliche.

2. Keulige. Der horizontale Schenkel ist gegen sein Ende keulenförmig verbreitert und doppelt bis mehrmals so lang wie breit (Tafel VIII, 10, 11). Die Endzelle besitzt nicht die zarte Consistenz derjenigen der cylindrischen Winkelhaare und ist daher regelmässig auch an ältern Herbarexemplaren erhalten. Sie ist regelmässig kürzer, gewöhnlich mehrmals kürzer als die Basalzelle.

Diese Form ist charakteristisch für zahlreiche Zoysieen (*Aegopogon*, *Tragus*, *Latipes*, *Zoysia*) und Chlorideen (*Cynodon*, *Chloris*, *Willkommia*, *Melanocenchris*), sowie für die Oryzee *Lygeum Spartum*.

3. Stachelhaarförmige. Bei *Zoysia* (Tafel VIII, 9) und *Pappophorum* (Tafel VIII, 8) kommen über Bast zweizellige Trichome vor, welche gleichsam Bastarde darstellen zwischen keuligen Winkelhaaren und kurzspitzigen Stachelhärenchen. Frühe Entwicklungsstadien von Stachelhaaren (am Blattrand von *Zea Mays*) sind ganz ähnlich gestaltet; würden diese, statt allmählich die stumpfe in eine scharfe Spitze umzubilden, durch eine Scheidewand dicht unter der stumpfen Spitze sich in zwei Tochterzellen spalten, so würde ein „*Pappophorum*-Haar“ entstehen.

Die Entwicklungsgeschichte der Winkelhaare wurde bei *Nardus* verfolgt.

Unmittelbar nachdem in dem noch aus lauter isodiametrischen Elementen bestehenden Dermatogen die erste Differenzierung in lange und kurze Zellen eingetreten ist, beginnt auch ein Teil der letzteren sich blasig auswärts und gegen die Blattspitze zu wölben (Tafel VIII, 12, 13) und giebt sich dadurch als zukünftige Winkelhaare zu erkennen.

Diese wachsen nun gleich Pilzhypen auf der Epidermis in der Längsrichtung des Blattes weiter, verschmälern sich mehr oder weniger gegen das Ende und schnüren sich oft an der Umbiegungsstelle etwas ein (Tafel VIII, 14). Die Kurzzellen sind inzwischen nicht merklich gewachsen, die Langzellen haben sich in die Länge gestreckt und zeigen die ersten Spuren von Wellung.

Nachdem die Trichome eine gewisse Länge erreicht haben, teilen sie sich in eine zarte End- und eine derbere Basalzelle (Tafel VIII, 15). (Schon vor der Teilung kann man deutlich erkennen, dass die Membran gegen die Haarbasis allmählich derber wird.) Die Langzellen haben sich inzwischen noch mehr in die Länge gestreckt und die Wellung ist stärker geworden. Die Kurzzellen haben sich nicht wesentlich verändert. Jede Tochterzelle wächst nun für sich noch weiter. Nachdem das Längenwachstum beendet ist, kann, wie oben bereits angedeutet wurde, die untere Zelle ihre Querwand in ähnlicher Weise stark verdicken, wie die Langzellen ihre Aussenwände.

Bei *Tricholaena rosea* (Tafel VIII, 16a—d) fand ich in der Epidermis des ausgewachsenen Blattes neben normalen Winkelhaaren Formen, welche als fixierte Jugendstadien von Winkelhaaren aufgefasst werden können. Sie bieten zugleich eine Übergangsreihe zu den Korkkurzzellen dieses Blattes, von denen die in Figur a dargestellte Form sich nur durch den schwach vorgezogenen, vorderen, äusseren Querrand unterscheidet.

Die chemischen Eigenschaften der Membran und des Inhaltes wurden gleichfalls bei *Nardus* genauer untersucht.

Die einzelnen Trichome verhielten sich dem gleichen Reagens gegenüber oft etwas verschieden, was wahrscheinlich in erster Linie auf ungleichen Verkieselungsgraden beruht.

Die Basalzelle verhält sich quellenden Mitteln (Kali, Schwefelsäure, Kupferoxydammonik) gegenüber indifferent, oder die inneren Schichten des Haarfusses quellen, oder die ganze Zelle bläht sich auf und nimmt, indem sie der Länge nach aufreisst, die Form einer geplatzten Blase an. Jodtinctur, Chlorzinkjod und Jod und Schwefelsäure erzeugen höchstens eine schwache Bräunung. Phloroglucin und Salzsäure erzeugen keine Färbung. In Kupferoxydammoniak und dem SCHULZE'schen Macerationsgemisch ist sie unlöslich.

Nach Behandlung mit Flussäure bläuen sich die inneren Schichten. Durch Glühen erhält man auffallend selten Membranskelette. Die Membran ist also cuticularisiert und schwach verkieselt.

Der accessorische Propf am oberen Ende der Basalzelle verhält sich quellenden Reagentien gegenüber entweder indifferent, oder er verlängert sich bis um ein Viertel seiner ursprünglichen Länge. Auf Schwefelsäurezusatz löst er sich oft los von der Basalzellmembran und verbleibt entweder im Zelllumen oder tritt aus demselben heraus.

Schon an frischen Zapfen ist häufig eine sehr zarte, quere Schichtung wahrzunehmen. Dieselbe wird nach längerem Liegen in Schwefelsäure (und Flussäure) sehr scharf, ja, es kann zu einer förmlichen, queren Zerklüftung kommen. Jod, Chlorzinkjod, Jod und Schwefelsäure und Phloroglucin und Salzsäure bringen keine specifischen Färbungen hervor. Nach vorheriger Behandlung mit Flussäure dagegen erfolgt in der Regel eine Blaufärbung. An Glühskeletten findet sich oft an seiner Stelle ein glänzender Kieselpfropf.

Er besteht also aus Kieselsäure und Cellulose. Doch variiert jedenfalls der Verkieselungsgrad, da durchaus nicht alle Zapfen nach dem Glühen in der oben geschilderten Weise sich verhalten und weil das Lichtbrechungsvermögen innerhalb derselben Epidermis stark variieren kann.

Die zarte Endzelle widersteht bei vorsichtiger Behandlung der Einwirkung von Schwefelsäure oder Kalilauge (auch nach 24-stündigem Liegen in der ersteren). Die Füllung der soliden Spitze verschwindet allerdings oft, diese ist es auch, welche mit Jod und Schwefelsäure bisweilen sich blau färbt, während die übrige Membran farblos bleibt oder schwachgelb wird. Nach Behandlung mit Flussäure färbt sich die ganze Zelle auf Chlorzinkjodzusatz blau bis trübviolett mit Ausnahme eines Cuticularsaumes, der allerdings nur über der soliden Spitze deutlich wahrnehmbar ist. Beim Glühen verschwindet die ganze Zelle oder es erhalten sich Reste der Basis.

Haare junger, noch nicht entfalteter Blätter führen in beiden Zellen reichliches Plasma. Färbt man dies, dann wird die ausserordentlich geringe Membrandicke der Endzelle besonders augenfällig.

Die Basalzelle füllt sich später häufig vollständig oder unvollständig mit Kieselsäure. Die Kieselmasse ist bald zum Teil porös und zum anderen Teil solid, bald durchweg solid und mit wenig verstreuten Poren ausgestattet, bald durchweg sandig-porös. Ist ein Verdickungspfropf vorhanden, dann schliesst der Kieselzapfen sich dicht an denselben an und erfüllt nach unten hin die Zelle vollständig oder unvollständig. Fügt man zu solchen Zellen concentrirte Schwefelsäure, dann fährt nicht selten der aus Verdickungspfropf und anschliessendem Kieselkörper bestehende, basal verjüngte Zapfen wie ein Projectil aus der Basalzelle hervor, offenbar infolge des von den quellenden, inneren Schichten auf ihn ausgeübten Druckes.

Topographie.

Die Winkelhaare sind in der Regel einzeln zwischen die Langzellen eingefügt (Tafel I, 1; VIII, 1, 2). Hie und da sind sie auch mit Kurzzellen (Tafel VIII, 3), sehr selten unter sich oder mit einem Stachelhaar (*Tricholaena*, *Spinifex*) gepaart.

Bei *Pogonatherum crinitum* sind merkwürdiger Weise fast alle Stachelhärschen (über Bast) mit Winkelhaaren gepaart und umgekehrt. In drei Reihentücken aus der Region des Blattrandes, der Fläche und des Mittelnervs, je 15, 18 und 19 mm lang, wurden die Winkel- und Stachelhärschen gezählt. Von 265 darin enthaltenen Aculeoli waren 253 mit Winkelhaaren gepaart. Erstere liegen regelmässig vorn, letztere hinten (Tafel VI, 8). Die übrigen zwölf Stachelhaare waren mit ihresgleichen oder mit Kurzzellen gepaart. Ausserdem fanden sich innerhalb dieser drei Reihentrecken noch vier isolierte Winkelhaare.

Hinsichtlich der Verteilung nach Blattseiten lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

1. Oben und unten: Die grosse Mehrzahl der Winkelhaare führenden Arten, z. B. Mais, *Saccharum*, *Antheophora*, *Digitaria*, Reis.
2. Bloss oben: *Elionurus*, *Zoysia*, *Lygeum* u. a.
3. Bloss unten: *Olyra latifolia* und *O. micrantha*, *Zizania*, *Ehrharta panicea* u. a.

Je nach der Qualität der Epidermisstreifen, welche regelmässig Winkelhaare führen, ergeben sich folgende Modificationen:

1. Bloss in Streifen über Parenchym, und zwar in den stomafreien Feldern derselben:
Die grosse Mehrzahl der Winkelhaare führenden Arten, z. B. die oben unter 1) erwähnten Species.

2. In Streifen über Bast und Parenchym: *Pogonatherum* (beiderseits über Bast, über Parenchym bloss unterseits), *Pectinaria* (beiderseits über Parenchym, unterseits ausserdem in den Streifen über Bast in der Nähe des Blattrandes), *Latipes* (beiderseits über Parenchym, oberseits ausserdem über Bast) u. a.

Sporadisch treten Winkelhaare auch über Bast auf bei zahlreichen Arten, wo sie sonst auf die Parenchymstreifen beschränkt sind: Mais, *Rotboellia*, *Aegopogon*, *Amphicarpum*, *Isachne*, *Setaria*, *Olyra micrantha*, *Leersia hexandra*, *Reimaria*.

3. Bloss über Bast: *Zoysia* (Oberseite, Tafel IV, 12).

4. In Streifen über Parenchym und in Blasenzellstreifen: *Nardus stricta* (Tafel I, 1).
(An dem der Figur 1, Tafel I, zu Grunde liegenden Blattstück haben sich Winkelhaare oberseits auch über dem Baststrang des Blattrandes auffallend zahlreich entwickelt.)

Bei mehreren Arten (*Themeda*, *Antheophora*, *Latipes*, *Oplismenus*, *Olyra latifolia*, Reis u. a. waren die Winkelhaare über Parenchym auf der Unterseite auffallend häufiger als auf der Oberseite.

Besonders häufig traten sie ferner auf in stomafreien, über Mestom liegenden Parenchymfeldern der Blattunterseite von *Spodiopogon*, *Antheophora*, *Digitaria*, sowie am Blattrande beim Mais, *Isachne arundinacea*, *Nardus*. Bei *Tragus*, *Ehrharta*, *Microlaena*, *Hierochloa borealis* fanden sie sich überhaupt nur am Blattrande einigermaßen zahlreich und fehlten über der Blattfläche ganz oder waren doch sehr selten.

Wenn schon von den Kurzzellen gesagt werden muss, dass sie in Stomareihen nur selten (an Stelle einer Spaltöffnung) auftreten, so gilt dies von den Winkelhaaren in noch höherem Masse.

Aber so wie es Arten giebt, wo Kurzzellen (oder Paare) in allen Spaltöffnungsreihen reichlich eingestreut sind (*Anthaenantia*), so giebt es auch Species, wo Winkelhaare auffallend häufig in Stomareihen auftreten (*Themeda*, Oberseite). Ausnahmsweise fanden sich diese Trichome in den Stomareihen bei Mais, *Iseilema*, *Amphicarpum*, *Oplismenus* u. a.

Bei *Nardus stricta* führten auch die Blattscheiden und die Niederblätter auf ihrer Aussenseite Winkelhaare. Wie bei den Laubblättern, so waren sie auch bei den Niederblättern an der Spitze besonders häufig. Auffallender Weise waren die Winkelhaare der Blattscheiden in der Mehrzahl gegen die Blattbasis gerichtet. Oft war von zwei unmittelbar nebeneinander liegenden Haaren das eine vor-, das andere rückwärts gerichtet. An den Niederblättern waren die Haare der Blattspitze alle aufwärts, die weiter abwärts liegenden teils aufwärts, teils abwärts gewendet. In der Epidermis der Spreite wurde eine solche „Inversion“ bloss einmal in einem Blasenzellstreifen beobachtet. Bei Stachelhäuschen ist, wie unten noch näher nachgewiesen werden soll, verkehrte Richtung in der Spreitenepidermis nicht selten.

Beziehungen zum System und zu Klima und Standort.

112 Arten, d. h. alle Panicoideen, sowie 43 Poaeoideen wurden auf das Vorhandensein von Winkelhaaren geprüft.

Es ergab sich, dass die keuligen Winkelhaare bei den Zoysieen und Chlorideen und nur bei diesen, die cylindrischen dagegen bei allen übrigen Tribus (die Hordeen, wo überhaupt keine Winkelhaare beobachtet wurden, ausgenommen) vorherrschen.

Das Vorhandensein oder Fehlen der Winkelhaare steht (wie die Form der Kieselkurzzellen) mit der geographischen Breite des Verbreitungsbezirkes der Species in Zusammenhang. Dies ergab sich zunächst aus der Verbreitung innerhalb der Gruppe der Panicoideae mit grosser Wahrscheinlichkeit. Alle untersuchten Arten dieser Abteilung sind tropisch oder subtropisch, wenn man die Phalarideen *Phalaris*, *Anthoxanthum* und *Hierochloa* ausnimmt. Dementsprechend geht denn auch bezüglich der Verbreitung der Winkelhaare eine scharfe Grenze mitten durch die Tribus der Phalarideen (zwischen Nr. 64 und 65 des Artenverzeichnisses) durch. Fast alle Arten oberhalb der Grenze (meist tropisch, seltener subtropisch) besitzen Winkelhaare*); von den fünf Arten unterhalb der Grenze (durchweg in der gemässigten und kalten Zone einheimisch) führt nur *Hierochloa borealis* solche am Blattrande.

Dieselbe Erscheinung wiederholt sich innerhalb der Gruppe der Poaeoideen.

Die folgende Tabelle giebt darüber näheren Aufschluss:

Winkelhaare vorhanden.	Winkelhaare fehlen.
Tropische und subtropische Zone:	Gemässigte Zone:
Agrostideen:	Agrostideen:
<i>Aristida congesta</i> , <i>Garnotia ascendens</i> .	<i>Stipa pennata</i> , <i>Phleum Michelii</i> , <i>Agrostis vulgaris</i> , <i>Calamagrostis lanceolata</i> .
Aveneen:	Aveneen:
<i>Eriachne chinensis</i> , <i>Achneria Ecklonii</i> , <i>Tristachya chrysothrix</i> .	<i>Avena pratensis</i> , <i>Arrhenatherum elatius</i> .
Chlorideen:	Festuceen:
<i>Schoenefeldia gracilis</i> , <i>Ctenium cirrhosum</i> , <i>Chloris petraea</i> , <i>Willkommia annua</i> , <i>Bouteloua multiseta</i> , <i>Melanocenchris plumosa</i> .	<i>Festuca spadicea</i> , „ <i>silvatica</i> , „ <i>thalassica</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Briza media</i> .
Festuceen:	Hordeen:
<i>Pappophorum Arechavaletae</i> , <i>Eragrostis bahiensis</i> .	<i>Lolium italicum</i> , <i>Secale montanum</i> , <i>Elymus giganteus</i> .
Bambuseen:	
<i>Bambusa nigra</i> , <i>Arundinaria macrosperma</i> , <i>Merostachys Kunthiana</i> , <i>Chusquea pinifolia</i> , <i>Schizostachyum Bollingeri</i> .	

*) Bei *Pharus*, *Luziola*, *Zizaniopsis*, *Hygroryza* wurden keine Winkelhaare aufgefunden.

Winkelhaare vorhanden.	Winkelhaare fehlen.
Gemässigte Zone:	Subtropische (und tropische) Zone:
Festuceen:	Agrostideen:
<i>Uniola latifolia.</i>	<i>Pentapogon Billardieri,</i> <i>Sporobolus pungens,</i> <i>Triplachne nitens.</i>
Kosmopoliten:	Aveneen:
<i>Cynodon Dactylon,</i> <i>Nardus stricta.</i>	<i>Danthonia provincialis.</i>
	Hordeen:
	<i>Haynaldia villosa,</i> <i>Hordeum jubatum,</i> <i>Oropetium Thomaеum.</i>
	Kosmopoliten:
	<i>Phragmites communis,</i> <i>Glyceria fluitans.</i>

Unter den Arten der gemässigten Zone führt nur *Uniola latifolia* Winkelhaare, den übrigen (meist Wald- und Wiesengräser der nördlichen, gemässigten Zone) fehlen sie.

Umgekehrt ist die grosse Mehrzahl der tropischen und subtropischen Species mit Winkelhaaren ausgerüstet.

Die Kosmopoliten verteilen sich auf beide Kategorien.*)

Über ihre Function lässt sich nichts bestimmtes aussagen. Am wahrscheinlichsten erscheint die Annahme, dass sie eine Rolle spielen bei der Aufnahme atmosphärischen Wassers. Dafür spricht schon die Unwahrscheinlichkeit irgend welcher Schutzfunction, dafür spricht ferner ihre Verbreitung bei südlichen Arten und ihre Localisierung auf die Streifen über Parenchym.***) Vielleicht functionieren sie in dieser Weise bloss im Jugendalter des Blattes, sodass die nachträglich auftretenden Verdickungszapfen als Schutzvorrichtungen aufzufassen sind, welche den Zugang zur Epidermis verschliessen zu einer Zeit, wo die Endzelle leicht zu Grunde geht. So ist z. B. den Keimschläuchen von Pilzsporen, welche ja gerade für die Blätter tropischer Gewächse eine stetige Gefahr bilden, und welche beim Durchmustern zahlreicher Epidermen nicht selten auf denselben festhaftend angetroffen werden, der Zutritt zum Mesophyll verwehrt. Dass unverdickte Basalzellen thatsächlich einen locus minoris resistentiae in der Epidermis darstellen, lehren Beobachtungen an abgestorbenen Blättern von *Nardus stricta*, wo dieselben nicht selten von Pilzhypen der Länge nach durchwachsen waren.

*) Die Winkelhaare auf der Blattunterseite von *Nardus* sind auffallend constant. Sie traten hier in ziemlicher Häufigkeit bei allen acht Exemplaren verschiedener Provenienz (p. 66) auf.

**) Den Blasen Zellstreifen fehlen die Winkelhaare vielleicht deshalb, weil die Blasen zellen schon für sich, durch ihre Aussenwände, sollen Wasser aufnehmen können.

Stachelhaare.

Morphologie.

Neben den zweizelligen Winkelhaaren sind einzellige, kurzkegelförmige bis langcylindrische Trichome bei den Gräsern allgemein verbreitet. Trotzdem verschiedene Forscher diese einzelligen Trichome erwähnen, sind die in der Litteratur vorhandenen Abbildungen nur sehr spärlich und stark zerstreut. Es existieren alle Übergänge von kurzspitzigen Stachelhärcchen (Tafel VIII, 19, 20) zu langen Borstenhaaren (Tafel VIII, 23, 24 b), sowie von geraden, steifen Borstenhaaren (durch Vermittlung leicht geschlängelster) zu schlängelichen Weichhaaren.

Trotzdem kann man praktisch ganz gut zwischen kurz- und langspitzigen Stachelhaaren und zwischen kurzen und langen Borstenhaaren unterscheiden.

Wie schon in der allgemeinen Übersicht der Epidermiselemente dargelegt wurde, lassen sich zwei Hauptformen von Stachelhärcchen unterscheiden:

- a. Solche mit längselliptischem Haarfuss und allmählich verjüngter, schief aufwärts gerichteter Spitze und
- b. solche mit kreisrundem Haarfuss und plötzlich verjüngter, angenähert horizontaler Spitze.

Die ersteren sind für Streifen über Bast, die letzteren für Streifen über Parenchym charakteristisch. Oft ist die Spitze sichelförmig gekrümmt (Tafel VIII, 21), seltener fast senkrecht aufgerichtet (Tafel VIII, 22), ganz selten (*Pharus* und *Leptaspis*) hakenförmig gekrümmt (Tafel VIII, 25, 26).

Bisweilen ist die äusserste Spitze als besondere, homogene Schicht von den innern scharf abgesetzt (Tafel VIII, 18). (Beim Mais sind letztere stärker und ist erstere schwächer brechend als concentrirtes Phenol, wahrscheinlich infolge ungleich starker Verkieselung.)

Während in homologen Streifen der Blattoberfläche die Grössenvariation nur gering ist, herrscht in der Randreihe des Blattes häufig ein unregelmässiger Wechsel grösserer und kleinerer Haare (*Reimaria*, *Amphicarpum*, *Dimeria*, Mais, Tafel VIII, 17).

Die Randstachelhaare von *Beckera nubica* sind ausgezeichnet durch warzenförmige, stark verkieselte Höcker, welche in wechselnder Anzahl der Innenseite der Membran aufsitzen (Tafel IX, 21).

Die Stachelhaare in den Blasen Zellstreifen erreichen das innere Niveau der Epidermis nicht, sondern keilen sich, ähnlich wie die Winkelhaare, vorher schon zwischen den Blasen Zellen aus (Tafel VIII, 20; vergl. auch Figur 6). Die Spitze ragt oft nur ganz wenig über die Fläche der Epidermis hervor und ist schief oder horizontal gerichtet.

Schon bei den Winkelhaaren wurde an Scheiden und Niederblättern eine Umkehr der normalen Haarrichtung constatirt. Dasselbe wurde an den Stachelhaaren der Spreite zahlreicher Arten beobachtet. Es sind hier in erster Linie die „Parenchymstachelhärcchen“, welche „Inversion“ (so möchte ich kurzweg die Thatsache der Rückwärtsrichtung der Haarspitze nennen) zeigen. Aber auch in Streifen über Bast kommt, wenn gleich seltener, Inversion vor (Tafel VIII, 21).

Bei *Anthoxanthum Puelii* war von 55 aufeinanderfolgenden Haaren einer beliebig herausgegriffenen Reihenstrecke (über Bast) der vierte Teil invers. In der Randreihe des Blattes ist Inversion äusserst selten. Ich fand nur bei *Cenchrus* und *Lygeum* je ein verkehrt gerichtetes Randstachelhaar.

Längs der Blasen Zellstreifen sind die Aculeoli häufig (Mais) schief vorwärts und streifeneinwärts gerichtet.

Die Inversion erscheint zweckmässig, wenn man annimmt, dass auf diese Weise sowohl basipetal als acropetal kriechenden Schnecken scharfe Spitzen entgegen gestellt werden.

Topographie.

Die Stachelhaare sind bei den Gramineen beinahe ebenso allgemein verbreitet, wie die Kurzzellen. Sie unterliegen hinsichtlich ihrer topographischen Anordnung auch ganz denselben Gesetzen wie jene. In der Regel kommen sie nicht bloss am Blattrand vor, sondern sind auch über die Blattfläche verbreitet, bloss über Bast oder auch über Parenchym, bloss auf einer oder auf beiden Blattseiten.

Sie sind

- a. isoliert (*Avena pratensis*, Tafel VII, 14 d, Reihe r),
- b. mit Kurzzellen gepaart oder zu Gruppen vereinigt (Tafel VII, 13, 14 Reihe s; *Garnotia*, *Corynephorus*, *Elymus arenarius*),
- c. in Kurzzellreihen eingefügt (über Bast bei zahlreichen Arten, z. B. Tafel IV, 3).

Wenn die Kurzzellen nach Typus I geordnet und mit Stachelhärcchen verbunden sind, liegen letztere regelmässig zu vorderst in der Trichom-Kurzzellgruppe und vertreten gleichsam die Kieselkurzzellen, da die anschliessenden Kurzzellen gewöhnlich Korkkurzzellen sind. (Vergl. in Tafel VIII, 14 die gemischten Kurzzellgruppen mit den Trichom-Kurzzellgruppen.)

Wenn die Stachelhaare in reihig differenzierten Streifen über Bast vorkommen, liegen sie immer in den Kurzzellreihen und nur in diesen.

Bei *Tricholaena rosea* liegen die (langspitzigen) Stachelhärcchen sehr häufig zu zwei bis drei beisammen, hinter- und nebeneinander.

Nicht selten findet eine Accumulierung derselben längs den Streifenrändern statt: *Erianthus*, *Isachne arundinacea* (unterseits über Bast), *Olyra latifolia* (Mittelnerv: oberseits über Bast), primäre Streifen über Bast von *Tricholaena* (Halmblatt) und *Digitaria*, Flanken der Blasen Zellstreifen von Mais, *Saccharum*, *Erianthus*, *Rotboellia*, *Arundinella anomala* u. a.

Bei *Isachne arundinacea* werden die kahlen Mittelfelder beiderseits begrenzt von einer dicht mit Stachelhaaren besetzten Reihe. Die den Rändern der Blasen Zellstreifen entlang laufenden Haarreihen sind nie so dicht, trotzdem sind sie häufig sehr augenfällig, weil die Haarspitzen mehr oder weniger stark gegen die Streifenmitte gewendet sind. Sie bilden wahrscheinlich eine specielle Schutzwehr dieser dem Tierfrass am allermeisten ausgesetzten Streifen.

Bei einigen Arten wurden auffallende Differenzen in der Verteilung der Haare innerhalb der verschiedenen Blattregionen beobachtet:

1. *Olyra latifolia*. Ganzes Blatt ca. 10 cm lang und 4 cm breit. Untersucht wurde ein der Längenmitte des Blattes entnommenes, vom Blattrand bis zum Mittelnerv reichendes, 2 cm breites und 1,4 cm langes Blattstück.

Auf der Oberseite liegen Stachelhärcchen nur über den Flanken des Mittelnervs. Die übrige Blattfläche ist vollkommen kahl.

Auf der Unterseite sind Aculeoli über die ganze Fläche zerstreut (über Bast und Assimilationsgewebe). Sie stehen aber innerhalb der äussern zwei Drittel der halben Blattbreite viel dichter als im innern, dem Mittelnerv angrenzenden Drittel. Es sind hier in erster Linie die stomafreien Mittelfelder der Streifen über Parenchym, welche sich ihrer Trichome entledigen.

2. *Oplismenus undulatifolius*. Ein ganzes, 7 mm breites und 22 mm langes Blatt wurde untersucht.

Die Unterseite ist kahl.

Auf der Oberseite schliessen zwei kahle Randzonen eine drei bis fünf behaarte Nerven umfassende Mittelzone ein, welche sich in der ganzen Länge des Blattes ausdehnt. Der Blattrand ist bloss bis zum Beginn des untersten Sechstels behaart.

3. *Ichnanthus pallens*. Es wurde die eine Längshälfte eines 50 mm langen und 16 mm breiten Blattes untersucht.

Oberseite: Stachelhärcchen liegen bloss über den innersten und äussersten Nerven. Letztere verlieren ihre Trichome gegen die Blattbasis, die alleräussersten am spätesten.

Unterseite: Stachelhaare (in nennenswerter Anzahl) finden sich bloss in der Nähe der Blattspitze bis 5 mm unterhalb derselben über dem Mittelnerv und über den ein bis zwei dem Blattrand zunächstliegenden Flächennerven.

Der Blattrand (im engeren Sinne) ist zwar in der Regel, aber durchaus nicht immer (wie GÜNTZ vermutet) mit Stachelhaaren ausgestattet. Er war bei den Oryzeen *Hygroryza aristata* und *Leptaspis conchifera* (in der Längsmitte des Blattes), ferner bei *Phippsia* (Tafel II, 3, 4) vollkommen wehrlos. Bei *Hygroryza* sind die Epidermiszellen an dieser Stelle besonders derb. Bei *Leptaspis* (ausserdem auch bei *Pharus*, wo der Blattrand nur äusserst spärliche Stachelhaare führt) finden sich (vielleicht zum Ersatz) in der Nähe des Blattrandes über Bast und Parenchym jene in Tafel VIII, 25, 26 abgebildeten „Hakenhaare.“ Bei *Leptaspis* sind diese mit gewöhnlichen Stachelhärcchen gemischt.

Bei *Koeleria cristata*, wo die Stachelhaare relativ sehr zahlreich sind, wurde eine approximative Berechnung ihrer Anzahl pro Flächeneinheit vorgenommen. Es ergab sich, dass auf der Blattoberseite auf der Fläche von 1 qmm ca. 600 Stachelhärcchen sitzen.

Borstenhaare.

Es lassen sich zwei ziemlich scharf getrennte Borstenhaarsorten unterscheiden:

1. Gewöhnliche Borstenhaare mit einem mehr oder weniger erweiterten Haarfuss (Tafel VIII, 23, 24 b).

2. Polsterhaare mit einem gleichbreiten oder etwas verschmälerten, durch eine Einschnürung vom Haarkörper abgegrenzten Fuss (Tafel X, 58).

Erstere beeinflussen in der Regel die angrenzenden Epidermiszellen in ihrer Entwicklung nicht wesentlich (Tafel VIII, 24 b). In einigen Fällen erheben sich allerdings die letzteren mehr oder weniger

rings um den Haarfuss und bilden einen stützenden Wall. Sehr schwach ausgeprägt findet sich ein solcher bei *Bambusa verticillata* (Tafel VIII, 24a), sehr stark entwickelt, mehrere Zellenlagen dick und gegen die Haarspitze hin ganz fein ausgekeilt am Blattrande von *Tragus racemosus* (Tafel X, 56a). (Solche Trichome hat auch DUVAL-JOUVE in der Histotaxie abgebildet.) Mittelstufen finden sich am Blattrand von *Saccharum*, *Latipes* u. a. Bei *Tragus* finden sich am Rande alle Übergänge von grossen Borsten mit mehrschichtigem Wall zu kurzspitzigen, wallfreien Stachelhärcchen.

Der Haarkörper verläuft gerade (Tafel VIII, 24b) oder in schwach sichelförmig gebogener Curve (Tafel VIII, 23).

Die „Polsterhaare“ verdienen ihren Namen deshalb, weil ihr Fuss regelmässig von einem einschichtigen, als sanfter Hügel vorspringenden Hof isodiametrischer bis palissadenförmiger (Blasenzellstreifen!) Zellen umgeben wird (Tafel VIII, 28; X, 58). Der Haarkörper ist gerade oder sanft geschlängelt, am oberen Ende stumpflich bis spitz.

In der Epidermis von *Panicum* und *Oplismenus* kommen alle Übergänge vor von kurzen, geraden Haaren mit rudimentärem Fusspolster zu vielmal längeren, sanft geschlängelten, aber immer noch rigiden Borstenhaaren mit wohlentwickeltem Fusspolster.

Bei *Oplismenus* färbten sich alle Haare mit Safranin schön rotviolett, am intensivsten die Basis. Bei *Digitaria* tingierten sich bloss die Haarbasen schwach. Die Polster blieben in beiden Fällen vollständig farblos.

Sehr häufig ist ein Teil der Polsterzellen (seltener alle, Tafel IX, 4) inhaltsverkieselt. Viel seltener verkieselt das Haarlumen, entweder vollständig, oder bloss im Bereich des Haarfusses. Im Glühskelett der Epidermis von *Beckera nubica* imponieren die verkieselten Reste dieser Polster als weiss glänzende Netze von rundlichem Umriss.

Die gewöhnlichen Borstenhaare kommen vorzugsweise über Bast vor und sind nicht gerade häufig (*Nardus*, *Bambusa*, *Aegopogon*). Am Blattrande von *Leersia virginica* und *Anthoxanthum Puelii* tritt von Strecke zu Strecke zwischen den Stachelhaaren der Randreihe ein (vielmals längeres) Borstenhaar auf.

Ein besonderes Interesse beansprucht die Verbreitung der Polsterhaare. DUVAL-JOUVE hat solche Trichome bereits beschrieben, aber über ihre Verbreitung nach Arten und Streifen keine genaueren Angaben gemacht. Dieselben finden sich in der Regel nur in Streifen über Parenchym und in Blasenzellstreifen, bisweilen aber auch über Bast. Besonders bemerkenswert ist ihre häufige Verbreitung über den Blasenzellstreifen, da diesen sonst Trichome (und Kurzzellen) fehlen. Es legt dies die Vermutung nahe, dass sie die Function der Blasenzellstreifen in irgend welcher Weise (z. B. durch Zuleitung an der Haarspitze hängender Regen- oder Tautropfen) unterstützen. Sie stehen nie so dicht, dass irgend eine Function von Haarfilzen in Betracht fallen könnte.

Die folgende Tabelle giebt eine Übersicht über die Verbreitung dieser Trichome über die Blattfläche:

a. Polsterhaare in den Blasenzellstreifen:

Maydeen: *Euchlaena*, *Mais*, *Polytoca*, *Coix*.

Andropogoneen: *Dimeria*, *Andropogon Gryllus*, *A. Ischaemum*.

Tristegineen: *Arundinella anomala*, *Beckera*.

Paniceen: *Oplismenus*, *Panicum*, *Pennisetum*, *Tricholaena* (Halmblatt), *Setaria*, *Spinifex*.

Gewöhnlich treten die Polsterhaare auch in den angrenzenden Streifen über Parenchym auf (*Oplismenus*, *Andropogon Gryllus*, *Beckera*).

b. Polsterhaare in den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite:

Andropogoneen: *Erianthus II*, *Spodiopogon*, *Rotboellia*, *Manisuris*, *Ischaemum*, *Arthraxon*,
Andropogon Gryllus, *A. Ischaemum*.

Zoysieen: *Anthephora*.

Tristegineen: *Arundinella anomala* und *A. avenacea*, *Melinis*, *Beckera*.

Endlich finden sich diese Trichome auch bei verschiedenen Arten am Blattrand im Bereich des Streifens über dem Randbastbündel und der beiden anschliessenden Streifen über Parenchym:

c. Polsterhaare am Blattrand:

Andropogoneen: *Dimeria*, *Rotboellia*, *Manisuris*, *Arthraxon*;

Tristegineen: *Arundinella anomala*.

Paniceen: *Amphicarpum*, *Ichnanthus*, *Spinifex*.

Die Verbreitung dieser Trichome in den verschiedenen Tribus zeigt die folgende Tabelle:

Verzeichnis derjenigen Arten, welche Polsterhaare führen:

Maydeen: *Euchlaena*, *Mais*, *Coix*, *Tripsacum*.

Andropogoneen: *Dimeria*, *Erianthus*, *Spodiopogon*, *Rotboellia*, *Manisuris*, *Ischaemum*, *Arthraxon*,
Andropogon Gryllus, *A. Ischaemum*.

Zoysieen: *Anthephora*, *Aegopogon*, *Perotis*.

Tristegineen: *Arundinella anomala*, *A. avenacea*, *Beckera*.

Paniceen: *Amphicarpum*, *Ichnanthus*, *Digitaria*, *Panicum*, *Tricholaena*, *Oplismenus*, *Setaria*,
Chamaeraphis, *Spinifex*, *Olyra micrantha*.

Oryzeen: —

Phalarideen: —

Agrostideen: *Sporobolus*, *Garnotia*.

Avenaceen: *Eriachne chinensis*, *Tristachya*.

Chlorideen: *Cynodon*, *Willkommia*, *Bouteloua*, *Tripogon*, *Dactyloctenium*.

Festuceen: *Pappophorum*, *Lophatherum*, *Schismus*.

Hordeen: *Oropetium*.

Bambuseen: —

Es ergibt sich aus dieser Übersicht dieselbe Gesetzmässigkeit, wie sie in der Verbreitung der Winkelhaare innerhalb der Tribus zu erkennen war. Die Polsterhaare sind charakteristisch für südliche Arten, für Bewohner der tropischen und subtropischen Zone. Sie finden sich weder bei irgend einem unserer Wald- und Wiesengräser (Kosmopoliten, z. B. *Digitaria sanguinalis*, ausgenommen) noch bei einer

der untersuchten, nordischen Arten, zeigen also in dieser Beziehung eine noch schärfere Scheidung als die Winkelhaare.

Bemerkenswert ist, dass die Oryzeen und Bambuseen (aus je zehn, meist tropischen Arten bestehend) keine Polsterhaare führen.

Weichhaare.

Typische Weichhaare sind nach meinen Beobachtungen durchaus selten bei den Gräsern. Ich fand solche bei *Elionurus candidus* und *Phragmites communis*. Sie hatten in beiden Fällen ausgeprägt schlängelichen Verlauf und eine Einziehung über dem oft etwas erweiterten Fuss. Bei *Elionurus* waren sie derbwandig (Tafel X, 59), sassen vereinzelt zwischen den Langzellen und bildeten einen zusammenhängenden Filz, der über den Bastrippen dichter war als über Assimilationsgewebe. Bei *Phragmites* waren sie dünnwandig, meist von ein bis zwei hinten sich anlagernden Korkkurzzellen begleitet und fanden sich nur in den Streifen über Parenchym.

Papillen und Cuticularzäpfchen.

(Panicoideen und einige Poaeoideen.)

Die rundlichen Erhabenheiten, welche auf der Epidermis-Aussenfläche vorspringen, können dreierlei Art sein:

1. Blasige Auftreibungen der Epidermis-Aussenwände (Tafel X, 13c).
2. Papillen (Tafel VIII, 29—32).
3. Cuticularwärzchen oder -Zäpfchen (Tafel VIII, 24b, 34).

1 und 3 oder 2 und 3 können zugleich über derselben Zelle auftreten (Tafel VIII, 33; X, 9). HACKEL (Monographia Festucarum) fand bei *Festuca*-Arten und GÜNTZ bei Bambusen über den Längswänden der Langzellen stark vorspringende Cuticularleisten. Ich habe solche nicht beobachtet.

Die Form der Papillen und Cuticulargebilde bietet meist keine bemerkenswerten Besonderheiten. Die Papillen auf der Oberseite des Blattes von *Nardus* sind über dem Assimilationsgewebe oft in sich selbst zurückgestülpt (Tafel VIII, 30, 31). Bei *Spartina juncea* kommen neben einfachen auch verästelte Papillen vor. Über den Bastrippen im Scheitel der Prismen der Blattoberseite von *Glyceria fluitans* kommen papillös vorgezogene Zellen vor, welche in der Form oft stark an Stachelhaare erinnern (Tafel VIII, 32).

Die Anordnung der Papillen und Cuticularwärzchen auf der Einzelzelle ist häufig gesetzmässig.

Eine Zelle trägt gewöhnlich nur eine Papille (Tafel II, 5; VIII, 29, 30, 32, 35), seltener zwei (Tafel VIII, 31) bis mehrere (Tafel VI, 8). Bei *Chamaeraphis* und *Isachne arundinacea* (Tafel II, 5) sitzt die in Einzahl vorhandene Papille regelmässig über der Mitte der Zelle, bei *Iseilema*, *Glyceria* (Tafel VIII, 29), *Festuca thalassica* (Tafel VIII, 35) regelmässig an deren oberem Ende.

Auf der gerillten Oberseite der Blätter von *Nardus* und *Zoysia* nehmen die Papillen von den Prismenköpfen gegen den Grund der Rillen an Höhe successive ab (Tafel I, 2; VIII, 30, 31).

Die Cuticularzäpfchen und -Wärzchen liegen stets zu mehreren bis vielen über derselben Zelle. Hierbei sind sie unregelmässig zerstreut (*Zizania*, *Hygroryza*, Reis) oder in Längsreihen (*Olyra latifolia*, *Bambusa* Tafel VIII, 24b, *Zizania*, Blasenzellstreifen, Tafel VIII, 34) oder in Querreihen (*Luziola*, Tafel VIII, 33) geordnet. Die in letztgenannter Figur abgebildeten Zellen liegen über Bast und sind durch eine blasig vorgewölbte, kahle Mittelzone ausgezeichnet.

Bei *Olyra* stehen die Wärzchen über schmalen Zellen in einfacher, über breiteren in doppelter Colonne.

Bei den Oryzeen, speciell *Hygroryza*, stehen sie äusserst dicht, sind aber auch verhältnismässig sehr klein.

Bei den Oryzeen fällt überhaupt die reichliche Bildung warziger und papillöser Vorsprünge auf. Von den zehn untersuchten Arten führen sieben (*Luziola*, *Zizaniopsis*, *Zizania*, Reis, zwei *Leersia*-Arten, *Hygroryza*) Papillen und Cuticularzäpfchen zugleich. Papillen sind auf beiden oder bloss auf einer Blattseite meist in allen drei Streifenarten zugleich verbreitet. (Bei *Zizaniopsis* fehlen sie über den Bastrippen.) Cuticularwärzchen treten vorwiegend über Parenchym auf der Blattunterseite auf und man findet dort oft auf derselben Zelle neben und übereinander Wärzchen und Papillen (Tafel X, 9, 11).

Genaueres über die Topographie ergibt sich aus den folgenden Tabellen:

a. Blätter mit Papillen:

oben und unten: *Pogonatherum*, *Chamaeraphis*,

bloss unten: *Dimeria*, *Erianthus*, *Spodiopogon*, *Andropogon*, *Ischaemum*, *Iseilema*, *Isachne arundinacea*, *Lygeum*,

bloss oben: *Trachypogon*, *Elionurus*, *Tragus*, *Zoysia*, *Nardus*.

b. Blätter mit Cuticularzäpfchen:

oben und unten: *Themeda*,

bloss unten: *Ischaemum*, *Olyra latifolia* und *O. micrantha*, *Bambusa verticillata*.

c. Blätter mit Cuticularzäpfchen und Papillen zugleich:

Oryzeen: *Luziola*, *Zizaniopsis*, *Zizania*, Reis, *Leersia*, *Hygroryza*.

d. Blätter mit blasig nach aussen gewölbten Langzellen:

Stenotaphrum, *Pharus*, *Luziola*, *Glyceria*.

Spaltöffnungen.

Im Bau der Spaltöffnungen*) habe ich keine wesentlichen Abweichungen beobachtet von dem Typus, welcher von SCHWENDENER (II) genauer geschildert und für die Gramineen und einen grossen Teil der Cyperaceen als charakteristisch hingestellt wurde.

Auf Tafel II, 16—20 ist der Bau der Spaltöffnungen auf der Oberseite der Spreite von *Sesleria coerulea* dargestellt.

Derselbe ist dadurch etwas compliciert, dass die Schliess- und Nebenzellen im Grunde einer seichten, schaligen Vertiefung liegen. Die Zellen, welche in der Flächenansicht von aussen auf den ersten Blick als Nebenzellen imponieren (Figur 16 A), sind in Wirklichkeit kurze, dickwandige Epidermiszellen, welche von beiden Seiten her sich über die ächten (gelb conturierten) Nebenzellen hinweg geschoben haben, sodass diese nur noch mit einem ganz geringen Bruchteil ihrer Peripherie an die äussere Atmosphäre grenzen (Figur 19). Die Schliesszellen weichen vom typischen Bau nur ab durch eine stark aufleuchtende, verdickte Stelle in der Scheidewand der Enderweiterungen, nahe der Centralspalte (Figur 17 g).

Streng genommen bestehen die Spaltöffnungen von *Sesleria coerulea* also nicht aus vier Zellen, wie gewöhnlich, sondern aus sechs, zwei Schliesszellen und vier Nebenzellen. Von letztern führen die zwei äussern, dickwandigen, jedenfalls keine wesentlichen Excursionen aus.

Abnorm oder unvollständig entwickelte Spaltöffnungen habe ich hie und da angetroffen (Tafel II, 21, 22). Solche Bildungen sind schon von verschiedenen Autoren (z. B. für die Primärblätter des Mais) erwähnt worden.

Es ist hierbei bemerkenswert, dass in Fällen, wo eine Spaltöffnung auf dem Stadium der Spaltöffnungs-Mutterzelle zurückgeblieben ist, sie im allgemeinen durchaus nicht die Gestalt einer Kork- oder Kieselkurzzelle annimmt, sondern eine Bildung sui generis repräsentiert (Tafel II, 22 a b).

Vielfach treten Papillen und Cuticulategebilde zu den Stomata in bestimmte Beziehung.

a. Papillen:

1. Langzellen und Spaltöffnungen alternieren regelmässig. Am vordern Ende jeder Langzelle, unmittelbar hinter der Spaltöffnung erhebt sich eine Papille, welche die letztere mehr oder weniger überwölbt:

Iseilema, *Festuca thalassica* (Tafel VIII, 35).

2. Die Spaltöffnung wird von Papillen rings umrahmt:

Pogonatherum (Tafel VI, 8).

b. Cuticulategebilde:

1. Die sonst gleichmässig zerstreuten Cuticularzäpfchen treten am vordern und hintern Ende der Stomata zu Aggregaten (meist zwei- bis dreizähligen Gruppen) zusammen:

Themeda, *Zoysia*.

2. Das vordere und hintere Ende der Spaltöffnung überragen je zwei gegen die Centralspalte convergierende Cuticularläppchen:

Zizaniopsis.

*) Ich habe übrigens nur die Spaltöffnungen von *Sesleria coerulea* genauer untersucht.

3. Jede Spaltöffnung wird von beiden Seiten her von Cuticularleisten überragt, welche an ihren freien Rändern mit Cuticularzäpfchen besetzt sind:

Reis III.

c. Papillen und Cuticulategebilde.

Bei *Dimeria ornithopoda* gruppieren sich auf der Blattoberseite um jede Spaltöffnung vier Cuticularläppchen und vier Papillen.

Erstere sind wie bei *Zizaniopsis* (siehe oben b. 2) orientiert. Letztere liegen in den Zwischenräumen, je eine vorn und hinten, sowie links und rechts und sind ebenfalls gegen die Centralspalte gerichtet.

Ähnliche aus Papillen oder Cuticulategebilden bestehende Schutzapparate der Spaltöffnungen beschreiben HOLM und VOLKENS für Arten Nordamerikas, sowie der ägyptisch-arabischen Wüste. Über eine gleichzeitige Beteiligung von Papillen und Cuticulategebilden habe ich in der Litteratur (über Gramineen) keine Notizen gefunden.

Oft sind die Enderweiterungen (*Trachypogon*, *Anthraenantia*, *Chamaeraphis*, *Olyra latifolia*, Reis, *Ehrharta*) oder eine Nebenzelle (*Ichnanthus*, *Oplismenus*, Reis), oder beide Nebenzellen (*Pogonatherum*, *Ichnanthus*, Reis) von Kieselsäure erfüllt. Selten füllen sich ausser den Enderweiterungen auch die Lumina der Mittelstücke (*Ehrharta Microlaena*).

Über die topographischen Verhältnisse wurde das Wichtigste bereits im allgemeinen Teil angeführt.

Die Spaltöffnungen finden sich in der Regel nur über mestomfreien, von assimilierendem Gewebe erfüllten Blatträumen. Doch ist dies durchaus kein allgemein gültiges Gesetz. *Digitaria sanguinalis* (Tafel II, 23) bildet einen charakteristischen Ausnahmefall. Auf der Unterseite herrscht zwar noch das allgemeine Gesetz: Spaltöffnungen liegen zwischen den Mestombündeln und fehlen über denselben; oberseits dagegen ist merkwürdiger Weise die Lagerung derselben gerade umgekehrt. Den Schlüssel dafür geben die Blasenzellstreifen. Indem diese, in Anpassung an äussere Einflüsse jedenfalls, eine mächtige Entwicklung nahmen und zwischen den bastfreien Mestombündeln nach beiden Seiten hin Platz griffen, wurden die Stomata in die „Mestomfelder“ gedrängt.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle liegen Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten und sind bei flachen Blättern unterseits zahlreicher als oben.

Bloss oberseits finden sich Stomata bei *Elionurus*, *Rotboellia*, *Hierochloa alpina*, *Sesleria*, *Nardus*. Bekanntlich tritt dieser Verteilungsmodus bei Roll- und Falzblättern besonders häufig auf. Doch habe ich bei *Sesleria* und *Nardus*, deren Blätter in diese Kategorie gehören, ausnahmsweise auch auf der stomafreien Unterseite vereinzelte Spaltöffnungen oder auch ganze Reihen solcher beobachtet, welche aufgefasst werden können als Rückschlagserscheinungen aus Zeiten, wo das Blatt noch keine Schliessbewegungen ausführte und deshalb die Stomata noch nicht auf die Oberseite allein localisiert waren.

Bloss unterseits finden sich Spaltöffnungen bei *Dimeria*, *Spodiopogon*, *Apluda*, *Arthraxon*, *Arundinella arenacea*.

Bei *Isachne arundinacea* liegen Stomata unterseits in allen, auf der Oberseite dagegen bloss in dem äussersten der Streifen über Parenchym.

Bemerkungen über das Mesophyll.

a. Assimilationsgewebe.

DUVAL-JOUE, VOLKENS, GÜNTZ u. a. haben sich damit eingehender beschäftigt. Ich möchte hier nur auf folgende drei Punkte aufmerksam machen:

1. Das assimilierende Gewebe von *Nardus stricta* besteht durchweg aus Zellen, wie sie von SCHWENDENER (Mech. Princip) für *Gynarium argenteum* und *Erianthus Ravennae* beschrieben worden sind.

2. Bei *Themeda gigantea* schrumpft auf der Blattoberseite gegen die Blattbasis und den Mittelnerv hin das Chlorophyllparenchym auf kleine Portionen zusammen, welche blattteinwärts überall an Bast und farbloses, derbwandiges Parenchym grenzen und je nach ihrer Grösse mit einer oder mehreren Spaltöffnungen ausgestattet sind (Tafel II, 15).

3. Schon KARELTSCHIKOF hat auf verschiedene Eigentümlichkeiten im Bau der Bambusenblätter aufmerksam gemacht. GÜNTZ hat auf Grund eines grösseren Beobachtungsmaterials einen besonderen „Typus der Bambusenblätter“ aufgestellt und unter demselben nur Bambusen subsummiert.

Ich fand nun, dass die Panicee *Olyra latifolia* im Blattbau (namentlich in der Configuration des Querschnittes) deutlich Bambusencharakter zeigt. Dieselben elliptischen Hohlräume, dieselben Armpalissaden, dieselben (in Längsreihen geordneten) Cuticularwärtchen, dieselben kleinen Stachelhärcchen über Parenchym. Es scheinen also diese anatomischen Charaktere weniger für die Bambusen speciell, als vielmehr für sehr breite Spreiten typisch zu sein.

b. Mestom.

In den borstlichen Laubtriebblättern von *Anthaenanthia lanata* sind die Blatträume, welche zwischen den regulären Mestombündeln und Bastgurtungen liegen, förmlich durchwuchert von bastfreien Gefässbündeln der verschiedensten Grösse (Tafel II, 13, 14). DUVAL-JOUE erwähnt in seiner Histotaxie verschiedene Fälle, wo die Leitbündel stark gefurchter Blätter in mehrere Etagen geordnet sind. Ein dem oben angeführten analoges Beispiel habe ich in der Litteratur nirgends gefunden.

VOLKENS fand bei Gräsern der ägyptisch-arabischen Wüste am Blattrand auffallend weitleumige Gefässe und Tracheiden („Speichertracheiden“).

Ich habe solche ebenfalls bei verschiedenen Arten (*Tricholaena rosea*, *Digitaria sanguinalis*, *Olyra micrantha*, *Ehrharta panicea*) beobachtet.

c. Farbloses Parenchym.

Die Anordnung des farblosen Parenchyms ist von DUVAL-JOUE, VOLKENS, HOLM, GÜNTZ u. a. eingehend besprochen und durch Abbildungen erläutert worden. Ich habe zwei neue Anordnungsmodi aufgefunden.

1. Farbloses, zartwandiges Parenchym bildet eine subepidermale (stellenweise durch Bast von der Epidermis getrennte) Schicht auf der Blattunterseite: *Stenotaphrum glabrum* (Tafel II, 12).
2. Chlorophyllfreies Parenchym bildet einen centralen Strang im Innern der borstlichen Blätter von *Ehrharta Microlaena* (Tafel II, 11). Dies erinnert an die zusammengesetzten Mittelnerven tropischer Gräser mit centralem Wassergewebe.

Das Blatt von *Ehrharta Microlaena* ist auch dadurch interessant, dass im Grunde der Längsrille Gelenkzellstreifen fehlen und an deren Stelle ein Bastbündel verläuft. Die Anpassung an Trockenheit ist hier durch Annahme der Cylindergestalt und geringe Entwicklung der Längsrille (vielleicht verbunden mit Schwund oder Reduction des Öffnungsmechanismus), sowie durch Entwicklung des centralen Wassergewebes weit fortgeschritten.

Resultate.

1. Morphologie.

In der Blattepidermis der Gramineen lassen sich folgende verschiedenartige Elemente unterscheiden (vergl. damit die Übersicht auf Tafel X):

I. Epidermiszellen.

1. Langzellen („Epidermiszellen“, gewöhnliche E., lange E., Gekrösezellen).

Umriss hexagonal, Seitenwände glatt oder schwachwellig (3, 4*) } (GÜNTZ).
„ rectagonal, „ gewellt (1, 2, 7—9)

Aussenwand eben, wellig, oder auswärts gewölbt (13a, b, c); kahl (13a) oder ausgestattet mit ein bis mehreren Papillen (5, 6), oder mit Cuticularleisten über den Längswänden (HACKEL, GÜNTZ), oder mit Cuticularwärtchen [in ein bis zwei Längsreihen (7), in Querreihen (10), in zerstreuter Ordnung (8)], oder mit Papillen und Cuticularwärtchen zugleich (9, 11).

2. Bastförmige Epidermiszellen.

Über Bast und Assimilationsgewebe: *Pharus*, *Leptaspis* (13).

3. Querzellen (12).

Isachne arundinacea, Blattunterseite, Mittelfeld der Streifen über Parenchym.

4. Blasen­zellen (14), (cellules bulliformes, Fächerzellen, Gelenkzellen).

Meist isodiametrisch, bisweilen längsgestreckt; in der Regel kahl, bisweilen Cuticularwärtchen führend [Reis (16), *Leersia*, *Hygroryza*].

5. Kieselkurzzellen. (Gemeinsam mit den Korkkurzzellen auch als „Kieselzellen“, kurze Epidermiszellen, Kurzzellen, Zwergzellen bezeichnet.)

Die Kieselkurzzellen sind die einzigen Epidermiselemente, welche regelmässig solid verkieseln. Die Membran ist stets dünn. Im Kieselkörper liegen in der Regel einige wenige, punktförmige, isolierte Bläschenräume, oder Gruppen oder Schwärme von solchen. Sie sind häufig charakteristisch gestaltet (17—37) und mit regelmässig verteilten Riefen, Öhrchen und Spitzen versehen. Bei den meisten Arten sind sie nur über Bast gut entwickelt und zahlreich vorhanden (17—31). Hier sind am häufigsten: die Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen (17, 18); die handen (17—31). Hier sind am häufigsten: die Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen (17, 18); die Sattelzellen (20, 21); die Reiszellen (23, 24); die Kreis- und Ellipsenzellen (27); die Stab- und Tafelzellen (30, 31).

*) Die Zahlen in Parenthesen beziehen sich alle auf die Figuren der Tafel X.

Über Assimilationsgewebe sind sie bei der Mehrzahl der Arten spärlich und mehr oder weniger krüppelhaft (mit Anklängen an die vollkommene Form über Bast!). Bisweilen sind sie aber auch hier charakteristisch geformt (32—37) und häufig [*Ichnanthus* (34), *Olyra latifolia* (35)]. Wahrscheinlich sind sie ein mechanisches Schutzmittel gegen Tierfrass und spielen diese Rolle sowohl unversehrt als auch nach der Zertrümmerung in scharfkantige Splitter.

6. Korkkurzzellen.

Sie sind ebenfalls stets dünnwandig, in den äussern Partien stark cuticularisiert, im Lumen nicht verkieselt und nicht so mannigfaltig und regelmässig gestaltet wie die Kieselkurzzellen (38—45).

7. Zwischenzellen.

Sie sind zwischen die Reiszellen einiger Oryzeen (Reis, *Leersia*, *Hygroryza*) eingeschaltet, nicht besonders verkorkt, nicht inhaltsverkieselt, kürzer und dünnwandiger als die angrenzenden Langzellen.

II. Trichome.

8. Stachelhaare.

- a) Basis längselliptisch, Spitze schief aufwärts gerichtet, gerade (52, 55) oder sichelförmig gekrümmt (54).
- b) Basis kreisrund, Haarkörper plötzlich verjüngt in eine kurze, horizontale Spitze [*Olyra latifolia*, *Merostachys*, *Bambusa verticillata* (53), *Euchlaena* längs der Blasen-zellstreifen].

9. Hackenhaare.

Kurz kegelförmig, Spitze hackenförmig umgebogen, nur bei *Pharus* und *Leptaspis* (56).

10. Borstenhaare.

- a) Gewöhnliche, mit verbreitertem, polsterfreiem Fuss (57).
- b) Polsterhaare, mit nicht verbreitertem Fuss, welcher sich durch eine Einschnürung vom Haarkörper absetzt und von einem einschichtigen, meist etwas vorspringenden Zellenhof umgeben wird (58).
- c) Borstenhaare des Blattrandes von *Tragus racemosus*, mit verbreitertem Fuss und einer mehrschichtigen, basalen Hülle (DUVAL-JOUE, Histotaxie).

11. Weichhaare.

Haarfuss nicht verbreitert, vom Haarcylinder durch eine Einschnürung getrennt (59).

12. Winkelhaare.

Zweizellig, klein. Basalzelle im rechten Winkel gebogen (47).

- a) Cylindrische: Am obern Ende der Basalzelle bisweilen ein Verdickungspfropf. Endzelle zart, mindestens so lang wie die Basalzelle (47, 48). Häufigste Form.
- b) Keulige: Endzelle derb, kürzer als die Basalzelle (49).
- c) Stachelhaarförmige: Selten (*Zoysia*, *Pappophorum* 50).

13. Spaltöffnungen.

- a) Vierzellig: Regel.
- b) Sechszellig: *Sesleria coerulea* (Tafel II, 16, 19).

Besonders charakteristisch für die Gramineenepidermis sind die Langzellen, die Kieselkurzzellen, die Korkkurzzellen, die einzelligen Stachelhaare, die zweizelligen Winkelhaare und die vierzelligen, eigentümlich gebauten Spaltöffnungen. (Letztere sind allerdings zugleich auch für einen Teil der Cyperaceen typisch [SCHWENDENER].)

Winkelhaare (Scheiden und Niederblätter von *Nardus stricta*) und Stachelhaare (Blattspreiten zahlreicher Arten) sind bisweilen in grösserer Anzahl verkehrt (d. h. gegen die Blattbasis) gerichtet (Inversion). Normal und verkehrt gerichtete, im übrigen aber vollkommen gleichwertige Stachelhaare können in derselben Reihe mit einander alternieren. Die verkehrt gerichteten Stachelhaare sind immer in der Minderzahl.

Alle Elemente der Epidermis können Kieselkörper führen. Dieselben sind solid oder mehr oder weniger porös und bilden in der Regel einen vollständigen Ausguss des Lumens.

Bei Borsten- und Weichhaaren ist häufig bloss das Lumen des Fusses verkieselt. Die Kieselkörper sind in der Epidermis unregelmässig zerstreut (wenn man von den Kieselkurzzellen absieht), isoliert oder zu kleineren Gruppen oder zu grösseren Platten vereinigt.

Der Blattrand (*Leersia hexandra*), die Blasen Zellstreifen flacher Blätter (*Olyra latifolia*, Reis) und die Streifen über Parenchym auf der Unterseite (*Olyra latifolia*, *Leptaspis*) sind bevorzugte Stellen der Plattenbildung.

2. Topographie.

Die Blattepidermis zeichnet sich aus durch eine weitgediehene Differenzierung in parallele Streifen, Streifenfelder und Einzelreihen, welche gesetzmässig unter einander alternieren und sich durch die Qualität und Anordnung ihrer Elemente unterscheiden. Die verschiedene Beschaffenheit der subepidermalen Gewebe gab dazu jedenfalls den ersten Anstoss. In den einzelnen über Bast oder Assimilationsgewebe liegenden Epidermisbändern ist dann die Differenzierung weiter fortgeschritten, beeinflusst von andern, nicht näher bekannten Factoren.

Es existiren alle Übergänge von äusserst einfachen Typen, wo die Epidermis lediglich aus Langzellen (einerlei Qualität) und aus Spaltöffnungen besteht (*Phippsia* Tafel II, 1—4), bis zu hoch complicierten Formen, wie Reis, dessen Blattepidermis sich aufbaut aus Langzellen (von viererlei Qualität), Blasen Zellen, Kieselkurzzellen (von dreierlei Qualität), Korkkurzzellen, Zwischenzellen, Stachelhaaren (von zweierlei Grösse), Borstenhaaren, Winkelhaaren und Spaltöffnungen. (Vergl. auch Tafel IX, 1 mit Tafel II, 1—4.)

In der Mehrzahl der Fälle kommen auf demselben Blatt Lang- und Blasen Zellen, Kork- und Kieselkurzzellen, sowie Stachelhaare neben einander vor. Sehr häufig gesellen sich noch Winkelhaare (seltener auch Borstenhaare) hinzu.

Kurzzellen, Stachel- und Winkelhaare und Spaltöffnungen kommen entweder isoliert vor oder bilden charakteristische Gruppen. Die erstgenannte Art des Vorkommens ist für die Stomata typisch, letztere für die Kurzzellen, in zweiter Linie auch für Stachel- und Winkelhaare.

Typische Paare oder Gruppen:

A. Rein.

Korkkurzzellpaare und -gruppen (*Phragmites*).

B. Gemischt.

1. Kork- und Kieselkurzzellen. *) Meist Paare. Zuvorderst liegt stets eine Kieselkurzzelle (Tafel IX, 1 b).
2. Stachelhaar-Winkelhaar-Paare. Vorn liegt jeweils das Stachelhaar. Bloss bei *Pogonatherum crinitum* (Tafel XIII, 9) in grösserer Anzahl.
3. Stachelhaarkurzzellpaare oder -gruppen. Zuvorderst liegt jeweils ein Stachelhaar (Tafel VII, 13).
4. Stomakurzzellpaare und -gruppen. Selten. Zuvorderst liegt jeweils die Spaltöffnung. *Festuca punctoria* (Tafel VII, 13).

Die Spaltöffnungen der Stomakurzzellgruppen und die Aculeoli der Stachelhaarkurzzellgruppen vertreten also die vorderste Kieselkurzzelle der gemischten Kurzzellgruppen.

Typische Reihen:

1. Reine Langzellreihen (Tafel VII, 11, 12).
2. „ Kurzzellreihen.
 - a) Kork- und Kieselkurzzellen alternieren (Tafel III, 26).
 - b) Zwischenzellen und Kieselkurzzellen alternieren (Tafel V, 13).
 - c) Lauter Kieselkurzzellen (Tafel VI, 29).
 - d) „ Korkkurzzellen (Tafel VII, 11).
3. Langzellkurzzellreihen.
 - a) Langzellen alternieren mit gemischten Kurzzellpaaren (seltener -Gruppen). (Tafel V, 17.)
 - b) Langzellen alternieren mit Korkkurzzellen (isoliert, Paare oder Gruppen). (Tafel VII, 10, 12.)
 - c) „ „ „ Kieselkurzzellen (regelmässig isoliert). (Tafel VI, 29.)
4. Stomareihen.
 - a) Spaltöffnungen und Langzellen (Regel).
 - b) Spaltöffnungen, Lang- und Kurzzellen. *Anthraenantia*, *Phragmites*, *Festuca punctoria* (Tafel VII, 13).
5. Langzellkurzzellwinkelhaarreihen.

Stomafreie Felder der Streifen über Parenchym. Zahlreiche Arten (Tafel I, 1).

Häufig treten in den erwähnten Reihen (excl. Nr. 1) noch Stachelhaare, seltener andere Trichomformen auf.

Typische Streifen:

1. Streifen über Bast (Summe aller Reihen über einer zusammenhängenden Bastmasse).
 - a) Kurzzellen in zerstreuter Ordnung.
 - α) Gemischte Paare in allen Reihen: *Zizaniopsis* (Tafel V, 17), *Stipa*.
 - β) Isolierte oder zu Paaren bis Gruppen vereinigte Korkkurzzellen in allen Reihen: *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12).

*) Gesperret sind relativ häufig wiederkehrende Typen.

b) Kurzzellen in reihig differenzierter Ordnung.

a) Langzellreihen wechseln mit gemischten Kurzzellreihen. Normalfall. *Trachypogon* (Tafel IV, 3), *Tragus* (Tafel IV, 5) u. v. a.

β) Langzellreihen wechseln mit reinen Kieselkurzzellreihen: *Ichnanthus*, sekundäre Baststreifen (Tafel III, 27).

γ) Langzellreihen wechseln mit reinen Korkkurzzellreihen: *Festuca spadicea* (Tafel VII, 11).

c) Streifen in ungleiche Felder differenziert: *Leersia hexandra*, Mittelnerv (Tafel V, 14), *Sesleria* (Tafel VII, 14 c, d, e), *Nardus* (Tafel I, III o + III u).

Am Blattrand und an grossen, zusammengesetzten Mittelnerven weichen häufig die Streifen über Bast durch Verteilung und relative Häufigkeit, seltener auch in der Form der Kieselkurzzellen von den entsprechenden Streifen der Blattfläche ab. (Tafel VI, 4, 5.)

2. Streifen über Parenchym (Summe aller Reihen zwischen zwei Streifen über Bast oder zwischen einem Streifen über Bast und dem benachbarten Blasen Zellstreifen). [Von den selten fehlenden ein bis drei stomafreien Randreihen dieser Streifen wird in der folgenden Übersicht abgesehen!]

a) Spaltöffnungen in allen Reihen:

Anthaenantia, Ober- und Unterseite.

b) Spaltöffnungen null in allen Reihen.

a) Kurzzellen oder Trichome oder beiderlei Elemente vorhanden: *Sesleria*, Unterseite. *Nardus*, Unterseite (Tafel I, 1), u. v. a.

β) Lauter reine Langzellreihen: *Hierochloa alpina*, Unterseite (Tafel VII, 12).

c) Streifen dreifeldrig, über mestomfreien Blatträumen, auf der Blattunterseite: Ein mittleres, leeres (*Phalaris*) oder mit Kurzzellen und Trichomen ausgestattetes (*Olyra*, *Bambusa verticillata*), stets stomafreies Feld scheidet zwei Stomafelder. (Tafel I, 6.)

d) Streifen drei- bis vielfeldrig, auf der Ober- oder Unterseite oder beiderseits. Die Felderung wird durch bastfreie Mestombündel bedingt. Über diesen fehlen Spaltöffnungen, zwischen denselben treten solche auf (Tafel VII, 14 a, b). Mais, *Tripsacum*, *Ischaemum*, *Setaria*.

3. Blasen Zellstreifen.

a) Rein: Mehrzahl der Arten, z. B. *Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).

b) Mit Polsterhaaren: *Beckera* u. v. a.

c) Mit Winkelhaaren: *Nardus* (Tafel I, 1).

3. Beziehungen zum System und zu Klima und Standort.

a) System.

1. In bestimmten Tribus sind bestimmte Kieselzellformen vorherrschend, nämlich:

Zellen des Hanteltypus (meist Hanteln, in zweiter Linie auch Kreuze und Knotenzellen) bei 100 % der Maydeen (5 Species), bei 94 % der Andropogoneen (17 von 18 Species) und bei 90 % der Paniceen (17 von 19 Species).

Sattelzellen bei 62 % der Chlorideen (13 von 21 Species) und bei 80 % der Bambuseen (8 von 10 Species).

Reiszellen bei 60 % der Oryzeen (6 von 10 Species).

Doch gehört keine dieser Kieselzellformen einer dieser Tribus ausschliesslich an. Sattel- und Hantelzellen treten ausserdem noch in zahlreichen andern Tribus auf, Reiszellen ausserhalb der Oryzeengruppe nur noch bei der Panicee *Isachne arundinacea* atypisch. Systematisch ist die Gruppe der Reiszellen führenden Oryzeen noch dadurch interessant, dass sie aus lauter typischen, wasserliebenden, naheverwandten Oryzeenarten [*Zizaniopsis*, *Zizania*, *Oryza*, *Leersia* (2 Species), *Hygroryza*] besteht, welche ausserdem alle mit Papillen und äusserst reichlichen Cuticularzäpfchen ausgestattet sind. Alle übrigen, „reiszellfreien“ Oryzeen stehen entweder am Anfang (*Pharus*, *Leptaspis*, *Luziola*) oder am Ende (*Lygeum*) der Tribus.

Verschiedene Arten derselben Gattung führen bald gleiche [*Leersia virginica* und *L. hexandra* (Tafel V, 2, 3)], bald vollständig verschiedene Kieselkurzzellen [*Isachne arundinacea* (Tafel V, 19—21) und *I. australis* (Tafel VI, 2, 3)].

2. Keulige Winkelhaare sind für die Chlorideen und Zoysieen charakteristisch. Sie finden sich bei der Mehrzahl der winkelhaarführenden Arten dieser Tribus, ausserdem aber auch bei der Oryzee *Lygeum Spartum*.

3. Verzeichnis der Arten mit charakteristischen, anatomischen Merkmalen.

Andropogoneen.

Pogonatherum crinitum. Stachelhaare (über Bast) in der Regel mit Winkelhaaren gepaart (Tafel VI, 8). Einzige Art unter den Andropogoneen mit viereckigen Kieselzellen (Tafel VI, 8—10).

Themeda gigantea (untere Partie der Spreite). Assimilationsgewebe an der Blattoberseite in der Nähe des Mittelnervs auf kleine, subepidermale Nester eingengt. Spaltöffnungen nur über diesen (Tafel II, 15).

Zoysieen.

Aegopogon pusillus. Stachlige Kieselkurzzellen in den Blasen Zellstreifen (!) der Oberseite (Tafel VI, 37).

Tragus racemosus. Die grösseren Randstachelhaare sind unten von einer zu unterst mehrschichtigen Zellscheide umhüllt. (Sattelzellen. *) (Tafel X, 56 a, Tafel IV, 5.)

Zoysia pungens. Winkelhaare mit stark erweitertem Fuss und kurzer, hütchenförmiger Endzelle. (Sattelzellen.) (Tafel VIII, 9.) (Vergl. unten *Pappophorum*.)

*) Die eingeklammerten Merkmale sind bloss relativ, gemeinsam mit den übrigen, charakteristisch.

Tristegineen.

Arundinella arenacea. Quadratische bis rechteckig-längsgestreckte Kieselkurzzellen mit spitzen Ecken auf der Blattunterseite, mit gerundeten auf der Blattoberseite (Tafel VI, 13, 14). Ohne Stachel-Winkelhaarpaare (gegen *Pogonatherum*!).

Beckera nubica. Randstachelhaare mit stark verkieselten, frei ins Lumen vorspringenden, warzigen Höckern (Tafel XXIV, 15). (Immer?)

Paniceen.

Anthaenantia lanata. Die Blatträume zwischen den I-Trägern werden von zahlreichen stereomfreien Mestombündeln verschiedenster Mächtigkeit durchwuchert (Tafel II, 13, 14). In allen Stoma-reihen treten Kurzzellen charakteristisch häufig auf.

Amphicarpum Purshii. Die Kieselkurzzellen der Streifen über Bast auf der Blattfläche sind hantelförmig und mit Korkkurzzellen zusammen nach Typus III geordnet. Die Kieselkurzzellen über dem Baststrang des Blattrandes sind bedeutend grösser, haben die Form abgestumpfter Pyramiden (für die Art charakteristisch!), sind nach Typus I geordnet und isoliert oder mit Korkzellen gepaart (Tafel VI, 4—7).

Isachne arundinacea. „Querzellen“ im Mittelfeld der Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite (Tafel II, 5). Einzige Art mit reiszellenähnlichen Kieselzellen (Tafel V, 21) ausserhalb der Tribus der Oryzeen.

Isachne australis. Einzige Art mit Sattelzellen, deren Einsattelung quer (zur Längsaxe des Blattes) verläuft (Tafel VI, 2, 3).

Ichnanthus pallens. Die primären und secundären Streifen über Bast auf der Blattunterseite sind ungleich gebaut. Beide enthalten reine Kurzzellreihen; diejenigen der ersteren bestehen aus breiten Hantelzellen und Korkkurzzellen, die der letztern aus lauter schmalen, meist dreiknopfigen Kieselkurzzellen. Die Parenchymstreifen beider Blattseiten führen charakteristisch geformte, meist isolierte, kreuzförmige Kieselkurzzellen (Tafel VI, 27—29).

Tricholaena rosea. Die kegelförmigen Stachelhärcchen stehen nicht selten zu zwei bis drei beisammen.

Stenotaphrum glabrum. Unter der untern Epidermis liegt eine continuierliche, mehrschichtige Lage Wassergewebe (Tafel II, 12).

Olyra latifolia. In den Streifen über Parenchym liegen zahlreiche quergestreckte, relativ grosse, regelmässig mit Korkzellen gepaarte Kieselzellen (Tafel VI, 35; IX, 1).

Oryzeen.

Pharus scaber (Tafel III, 24, 25) und *Leptaspis conchifera* (Tafel IV, 1). In den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite liegen zwischen den gewöhnlichen, rectagonalen Langzellen zahlreiche bastförmige Epidermiszellen, welche Kurzzellreihen zwischen sich fassen, die bei *Pharus* ausschliesslich aus Kieselzellen, bei *Leptaspis* aus Kiesel- und Korkzellen bestehen. Die Streifen über Bast bestehen bei beiden Arten ausschliesslich aus Kurzzellen und bastförmigen Epidermiszellen. Beide Arten führen oberseits gegen den Blattrand hin „Hackenhaare“ (Tafel VIII, 25, 26).

Luziola peruviana. In den Streifen über Bast auf der Oberseite kommen Langzellen vor mit Cuticularzäpfchen, welche den Scheitel der auswärts gewölbten Aussenwand freilassen (Tafel VIII, 33).

Zizaniopsis Arechavaletae. Obere und untere Epidermis über Bast und Assimilationsgewebe sehr gleichförmig gebaut (abgesehen von den Spaltöffnungen). Langzellen über Bast und Parenchym ungefähr gleich hoch und breit! (Tafel II, 6.)

Hygroryza aristata. Dicht mit Cuticularwärtchen besetzte Papillen (Tafel X, 11). [Typische Reiszellen mit schmalen Mittelstück (Tafel V, 8).]

Lygeum Spartum. Auffallend grosse, 90—100 μ lange, keulenförmige Winkelhaare. [Zapfenförmige Kieselzellen auf der Unterseite, mehr viereckig plattenförmige oberseits (Tafel V, 22—24, 30, 31).]

Phalarideen.

Hierochloa alpina. Ohne Kieselkurzzellen. In den Streifen über Bast auf der Blattunterseite grosse, längselliptische, isolierte oder gepaarte Korkkurzzellen. Reine Langzellstreifen über Parenchym, Unterseite (Tafel VII, 4, 12).

Agrostideae.

Phleum Michelii. In den Streifen über Bast beider Blattseiten zahlreiche Kieselkurzzellen, welche in der Mitte stets eine Papille führen (Tafel VI, 15).

Aveneae.

Eriachne chinensis. Über Bast alternieren grosse Korkkurzzellen mit charakteristisch geformten, quergestreckten, kleineren Kieselkurzzellen (Tafel VI, 16).

Chlorideen.

Spartina juncea. Oberseite mit zahlreichen, einfachen und verästelten Papillen über Langzellen und Korkzellen.

Festuceen.

Pappophorum Arechavaletae. Stachelhaarförmige Winkelhaare (Tafel XIX, 12). (Sattelzellen.)

Sesleria coerulea. Spaltöffnungen sechszellig (Tafel XXII, 1, 3).

Phragmites communis. Sattelzellen! (Einzige Art unter den einheimischen Gräsern.) Weichhaare mit Korkkurzzellen gepaart.

Molinia coerulea. Einzige unter den einheimischen Arten mit typischen (grossen!) Hantelzellen.

Glyceria fluitans. Stachelhaarartig papillöse Zellen auf dem Scheitel der Blattprismen (Tafel XXI, 5).

Festuca punctoria. Auf der Blattunterseite ein kontinuierlicher Bastbeleg. Blattoberseite bastfrei. Spaltöffnungen und Stachelhaare der oberen Epidermis meist mit ein bis zwei Korkzellen gepaart (Tafel XVIII, 4).

Festuca thalassica. Spaltöffnungen der Blattoberseite in eine taschenförmige, aufwärts offene Vertiefung eingesenkt (Tafel VIII, 35). Blätter fleischig!

Hordeen.

Oropetium Thomaecum. Einzige Art unter den Hordeen mit stark quergestreckten Sattelzellen.

Bambusen.

Bambusa gracilis. Einzige Bambuse mit Hantelzellen. (Übrige mit Sattelzellen!)

Merostachys Kunthiana. Einzige Bambuse ohne Kieselkurzzellen.

b) Klima und Standort.

1. Die Gräser der tropischen und subtropischen Zone zeichnen sich aus vor denjenigen der gemässigten und kalten Zone durch einen grösseren Reichtum an Kieselkörpern in der Blattepidermis, speciell durch zahlreichere, charakteristischer gestaltete Kieselkurzzellen (hauptsächlich Kreuz-, Hantel-, Sattel- und Reiszellen).

Die Kieselzellen der Arten der kälteren Zonen sind meist rundlich, elliptisch oder viereckig. Frappante Ausnahmen sind *Molinia coerulea* und *Buchloe dactyloides*. Erstere führt zahlreiche, typische Hantelzellen, letztere reichlich Sattelzellen.

Unsere nördlichen Wald- und Wiesengräser führen regelmässig Kieselkurzzellen, bald spärlich, bald reichlicher.

Kieselkörperfrei (inclusive Kieselkurzzellen) erwiesen sich verschiedene nordische Arten (*Hierochloa alpina*, *Festuca thalassica*, *Phippsia*, *Trisetum*, *Colpodium*), ferner die Zwerggräser *Mibora*, *Coleanthus*, *Chaeturus* und die tropischen Gattungen *Garnotia* und *Merostachys*.

Die Feuchtigkeit des Standortes scheint keinen hervorragenden Einfluss auf die relative Häufigkeit der Kieselkörper in der Epidermis auszuüben. Dafür sprechen vergleichende, nasse und trockene Maisculturen, sowie die Thatsache, dass nicht nur die Mehrzahl der trockenem Land bewohnenden, südlichen Arten, sondern auch die auf sumpfigem Substrat vegetierenden Oryzeen (Reis, *Zizania*, *Leersia*, *Hygroryza* flutend!) reichlich mit Kieselkurzzellen ausgestattet sind.

2. Winkelhaare finden sich in der Regel bei tropischen Gräsern und fehlen in der Regel den Arten der kälteren Zonen. [*Hierochloa borealis* (Standort: Zürich) führt auffallenderweise Winkelhaare, allerdings nur spärlich.]

3. Dasselbe gilt für die Polsterhaare.

Neu für die Gramineen ist unter den aufgeführten Resultaten Folgendes:

Morphologie.

1. Langzellen mit gewölbter, partiell mit Cuticularwärtchen besetzter Aussenwand. *Luziola peruviana*.

2. Langzellen, welche Papillen und Cuticularzäpfchen zugleich tragen, und zwar neben einander (Reis) oder über einander (*Hygroryza aristata*), sowie Lang- und Korkzellen mit verästelten Papillen (Oberseite von *Spartina juncea*).

3. Bastförmige Epidermiszellen, welche direct über Assimilationsgewebe liegen und mit den Enden sich zwischen gewöhnliche Langzellen einkeilen (*Pharus scaber*, *Leptaspis conchifera*).

4. „Querzellen“, d. h. quergestreckte Zellen, welche nicht den Charakter von Kurzzellen haben, sondern für sich allein (an Stelle von Langzellen) auf der Unterseite von *Isachne arundinacea* breite Felder über Parenchym bilden.

5. Die morphologische und chemische Charakteristik der Kork- und Kieselkurzzellen.

6. Die „Hackenhaare“ von *Pharus* und *Leptaspis*.

7. Nachweis zweizelliger „Winkelhaare“ bei den Blättern der Gramineen und Charakteristik der drei Unterformen (cylindrische, keulige, stachelhaarförmige).

8. Verkehrte Richtung zahlreicher Stachelhaare der Blattfläche verschiedener Arten und vieler Winkelhaare der Niederblätter von *Nardus stricta*.

9. Sechszellige Spaltöffnungen. *Sesleria coerulea*.

10. Intracelluläre Kieselkörper in der Epidermis der meisten Gräser. (Intra- und intercelluläre Kieselkörper im Mesophyll verschiedener Arten.)

Topographie.

1. Langzellen von über Bast und Parenchym gleichem Querschnitt bei *Zizaniopsis Arechavaletae* (ganzes Blatt) und bei *Amphicarpum Purshii* (Blattrand).

2. Charakteristische, in bestimmten Epidermisstreifen häufig wiederkehrende Gruppen, gebildet von Kurzzellen allein [lauter Korkkurzzellen oder häufiger (bereits von DE BARY angedeutet) Kiesel- und Korkkurzzellen zugleich], oder von Kurzzellen und Trichomen (vorn Stachel-, Borsten-, Weich- und Winkelhaare, hinten meist Korkkurzzellen), oder von Kurzzellen und Spaltöffnungen (diese vorn, Korkkurzzellen hinten), oder von Trichomen allein (Stachelhaare allein oder Stachel- und Winkelhaare zugleich, letztere hinten).

3. Nachweis der allgemeinen Verbreitung der Kurzzellen in den Streifen über Bast und Parenchym zahlreicher Arten (gegen DUVAL-JOUE).

4. Nachweis zweier Haupttypen der Anordnung der Kurzzellen über Bast:

a) „Gemischte Paare“ zerstreut in allen Reihen.

b) Differenzierung der Reihen in reine (trichom- und kurzzellfreie) Langzellreihen und in reine oder Trichome führende Kurzzellreihen. Die Langzellen sind regelmässig stark längsgestreckt. In den Kurzzellreihen wechseln in der Regel ziemlich regelmässig Kork- und Kieselkurzzellen. Selten bestehen dieselben aus lauter Kork- oder aus lauter Kieselkurzzellen.

In breiten Streifen über Bast (besonders der Mittelnerven) verkümmern oder schwinden oft alle Kurzzellen oder wenigstens die Kieselzellen, speciell in der Breitenmitte der Streifen.

5. In den Streifen über Parenchym liegen die Kurzzellen meist einzeln oder zu zweien, selten zu mehreren zwischen den Langzellen.

Einzigste Ausnahmen: *Pharus scaber* und *Leptaspis conchifera* mit reinen, von bastförmigen Epidermiszellen begleiteten (!) Kurzzellreihen über Assimilationsgewebe, beiderseits oder bloss unterseits.

6. Bei *Digitaria sanguinalis* liegen oberseits über (!) den bastfreien Mestombündeln regelmässig Spaltöffnungen.

7. Die Blasenzellstreifen von *Nardus stricta* führen zahlreiche Winkelhaare in der Mitte, die von *Bambusa verticillata* am Rande.

System.

1. Gewisse Kieselzellformen treten in gewissen Tribus auffallend häufig auf, nämlich die Hantelzellen bei den Maydeen, Andropogoneen und Paniceen, die Reiszellen bei den Oryzeen, die Sattelzellen bei den Chlorideen und Bambuseen.

Die Form der Kieselzellen bei verschiedenen Arten derselben Gattung ist bald gleich oder ähnlich (*Leersia hexandra*, *L. virginica*), bald total verschieden (*Isachne arundinacea*, *I. australis*).

2. Keulige Winkelhaare treten vorwiegend, aber nicht ausschliesslich bei den Zoysieen und Chlorideen auf.

Klima und Standort.

1. Die Anatomie der Epidermis zeigt deutliche Beziehungen zur geographischen Breite der Artenheimat. Es lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden:

a) Gräser der Tropen und Subtropen.

Die Mehrzahl zeichnet sich aus durch verhältnismässig zahlreiche Kieselkörper, speciell Kieselkurzzellen von der Form der Kreuz-, Hantel-, Sattel- und Reiszellen, sowie durch den Besitz von Winkelhaaren. Zahlreiche Arten führen Polsterhaare.

b) Gräser der nördlichen, gemässigten und kalten Zonen.

Sie sind viel ärmer an Kieselkörpern und entbehren meist der Winkel- und Polsterhaare.

2. Die Feuchtigkeit des Standortes scheint keinen wesentlichen Einfluss auf die Massenentwicklung der Kieselkörper in der Epidermis auszuüben.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im botanischen Institut des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich ausgeführt. Es sei mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. CARL SCHRÖTER, an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen für die Unterstützung und das Interesse, deren ich mich während der Abfassung dieser Arbeit stets zu erfreuen hatte. Auch den Herren Professor Dr. C. CRAMER, Vorstand des botanischen Instituts, Professor J. JÄGGI † und Dr. STEBLER, Vorstand der eidgenössischen Samencontrollstation in Zürich, bin ich für Ratschläge und freundliche Überlassung des Untersuchungsmaterials zu vielem Danke verpflichtet.

Litteraturverzeichnis.

Blatt.

1. AMBRONN, H., Über Poren in den Aussenwänden der Epidermiszellen. PRINGSHEIMS Jahrb. XIV. 1884.
2. ARESCHOUG, Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Structur der Blattorgane. ENGLERS Jahrbücher für Systematik etc. II. Bd. 1882.
3. DE BARY, A., Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitg. 1871. (Speciell p. 149.)
4. I. DUVAL-JOUVE, Étude anatomique de quelques Graminées et en particulier des *Agropyrum* etc. Mém. de l'Acad. d. sc. et d. lett. de Montpellier. T. VII. 1869.
5. II. — —, Bull. de la soc. bot. de France. T. XVIII.
6. III. — —, Histotaxie des feuilles de Graminées. Ann. des sc. nat. 6^e série. T. I. 1875.
7. GÜNTZ, H. E. M., Die anatomische Structur der Gramineenblätter in ihren Beziehungen zu Klima und Standort. Dissertation. Leipzig 1886.
8. I. HACKEL, E., Vierteljahrsschrift des ungarischen Nationalmuseums. October 1878.
9. II. — —, Die Lebenserscheinungen unserer Gräser. 15. Jahresber. der niederösterr. Landesoberrealschule etc. in St. Pölten. 1878.
10. III. — —, Monographia Festucarum. Kassel 1882.
11. IV. — —, Gramineae. ENGLER u. PRANTL, Nat. Pflanzen-Fam. II. Teil. 2. Abteilung. 1887.
12. V. — —, Andropogoneae. DE CANDOLLE. Prodromus. Vol. VI. Paris.
13. I. HABERLANDT, G., Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems. Leipzig 1879.
14. II. — —, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. PRINGSHEIMS Jahrb. XIII. 1882.
15. HOLM, THEO, A study of some anatomical characters of North American Gramineae. (*Uniola*, *Distichlis*, *Pleuropogon*.) Botanical Gazette. Vol. XVI. 1891.
16. KARELTSCHIKOFF, Bull. de la soc. impériale des naturalistes de Moscou. 1866. (Armpalissaden von *Bambusa*.)
17. KERNER, A. VON, Pflanzenleben.
18. I. KNY, Über einige Abweichungen im Bau der Leitbündel der Monocotylen. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. XXIII. 1881.
19. KOHL, F. G., Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.
20. LERMER u. HOLZNER, Beiträge zur Kenntniss der Gerste. München 1888.
21. MOHL, H. v., Über das Kieselskelett lebender Pflanzenzellen. Bot. Zeitg. 1861. p. 209 u. ff.
Weitere Litteratur über Verkieselung siehe KOHL.
22. PARATORE,*) E., Movimenti fogliari delle Graminacee. Note preliminare. Estr. del Rendiconto del sess. del real. acad. del scienz. del istituto di Bologna. 1894.
- 22a. — —, *Gynerium argenteum*. Note anatomo-biologiche. Contribuz. alla biologia vegetale. Fasc. I. 1894. p. 93.

*) Die Arbeiten von PARATORE waren mir leider nicht zugänglich.

23. PFITZER, E., Beiträge zur Kenntnis der Hautgewebe der Pflanzen. PRINGSHEIMS Jahrb. VII u. VIII:
I. Über die Spaltöffnungen der Gräser. PRINGSHEIMS Jahrb. VII. 1870.
24. POTONIÉ, Entwicklung der Leitbündelanastomosen in den Laubblättern von *Zea Mays*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. IV. 1886.
25. I. SCHWENDENER, S., Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig 1874.
26. II. — —, Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen. Sitzungsber. d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1889. VI.
27. III. — —, Die Mestomscheiden der Gramineenblätter. Sitzungsber. d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1890. XXII.
28. STAHL, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.
29. STEBLER u. SCHRÖTER, Die besten Futterpflanzen. 3 Bände. Zürich 1883—89. (Blattquerschnitte.)
30. STRASSBURGER, ED., Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891.
31. I. TSCHIRCH, Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort etc. Linnaea. IX. p. 176.
32. II. — —, Beiträge zur Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. PRINGSHEIMS Jahrb. XIII. 1882.
33. VOLKENS, Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887.
34. I. WESTERMAIER, Untersuchungen über den Bau und die Function des pflanzlichen Hautgewebes. Sitzungsber. d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1882. XXXVIII.
35. II. — —, Über Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems. PRINGSHEIMS Jahrb. XIV. 1884.
36. WEISS, A., Die Pflanzenhaare. KARSTEN: Bot. Unters. Bd. I. 1867.
37. I. WIESNER, J., Mikroskopische Untersuchung der Maisliche und der Maisfaserprodukte. DINGLERS polytechn. Journal. Bd. 175. 1865.
38. II. — —, Anatomisches und histochemisches über das Zuckerrohr. KARSTEN: Bot. Unters. I. 1866.
39. III. — —, Einleitung in die technische Mikroskopie. p. 124. 1867.

Rhizom.

40. IV. DUVAL-JOUVE, Sur les parois cellulaires du *Panicum vaginatum* GODR. Bull. de la soc. bot. de France. T. XVI. 1869.
41. V. — —, Sur quelques tissus de *Juncus* et de Graminées. Bull. de la soc. bot. de France. T. XVI. 1869.
42. PÉRARD, M. A., Étude anatomique de l'*Agropyrum caesium* PRESL.

Halm.

43. COHN, FERD., Über Tabaschir. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. IV. Heft 3.
44. CRAMER, C., Über Bau und Wachstum des Gras- und Getreidehalms. Neujahrsblatt der naturf. Gesellschaft in Zürich.
45. FALKENBERG, P., Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotylen. Stuttgart 1876.
46. GUILLAUD, A., Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige des Monocotyledones. Paris 1878.
47. HOHENAUER, FR., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Bau des Stammes bei den Gramineen. Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. XLIII. 1893.
48. II. KNY, Leitbündel im Innern des Stengels von *Saccharum officinarum*. Wandtafeln. T. IX. Berlin 1874.

Inflorescenzachsen.

49. DUTAILLY, G., Sur la structure des axes d'inflorescences des Graminées. Bull. soc. Linn. Paris. 1874.
50. KLEIN, O., Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzachsen. Jahrb. d. königl. bot. Gartens u. d. bot. Mus. in Berlin. Bd. IV. 1886.

Spelzen.

51. DARWIN, FR., On the hygroscopic mechanism by which certain seeds etc. Transact. of the Linn. Soc. of London. Vol. I. Ser. II. 1876.
52. VII. DUVAL-JOUVE, Étude anatomique sur l'arête des graminées. Mém. de l'Acad. d. sc. et d. lett. de Montpellier. T. VIII. 1871.
53. HARZ, Landwirtschaftl. Samenkunde. Berlin 1885.
54. HILDEBRAND, Schleuderfrüchte. PRINGSHEIMS Jahrb. IX.
55. I. HÖHNEL, F. v., Vergleichende Untersuchung der Epidermis der Gramineenspelzen. Wiss.-pract. Unters. a. d. Gebiet d. Pflanzenbaues. Bd. I. Wien 1875.
56. II. — —, Über eine eigentümliche Verbindung des Hypoderma mit der Epidermis. l. c.
57. I. MÖLLER, Microscopie der Cerealien. Pharmaz. Centralhalle. 1884.
58. II. — —, Microscopie der Nahrungs- und Genussmittel.
59. ZIMMERMANN, Über mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte. PRINGSHEIMS Jahrb. XII. 1882.
60. ZOEHEL u. MIKOSCH, Die Function der Grannen der Gerstenähre. Sitzungsber. d. kais. Acad. d. Wiss. Bd. CI. Heft IX u. X. Wien 1892.
61. ZOEHEL, Beiträge zur Entwicklung des Gerstenkorns. Österr. Zeitschr. f. Bierbr. etc. 1890. Nr. 23—28.

Cyperaceen.

62. DUVAL-JOUVE, Bull. de la soc. bot. de France. T. XVIII.
63. — —, Bull. de la soc. bot. de France. T. XX.
64. — —, Comptes rendus. 1872. 1. Avr.
65. — —, Étude histotaxique des Cypérus de France. Mém. de l'Acad. d. sc. et d. lett. de Montpellier T. VIII. 1875. p. 227.
-

Verzeichnis der untersuchten Arten.

Zeichenerklärung.

H = Blatt eines blühenden oder fructifizierenden Halmes.

L = Blatt eines (sterilen) Laubtriebes.

V.-F. d. eidg. S.-C.-St. = Versuchsfeld der eidgenössischen Samencontroll-Station in Zürich.

Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl der untersuchten Arten der betreffenden Tribus.

I. Maydeae (5).

Figuren.

1. *Euchlaena mexicana* SCHRAD.

H Hort. Goetting.

2. *Zea Mays* L.

L u. H Zürich

VI, 23 a, b; IX, 29; VII,
15—18, 2; VIII, 17—18

3. *Tripsacum dactyloides* L.

H Hort. Goetting.

VI, 24; VIII, 6, 20, 28

4. *Polytoca bracteata* R. BR.

H Tonkin

III, 1—3; VI, 21; VIII, 7

5. *Coix Lacryma* L.

H i. Mte. Nilghiri (Ind. or.)

II, 9; III, 20, 22; VI, 20, 25

II. Andropogoneae (18).

6. *Dimeria ornithopoda* TRIN.

H i. Mte. Khasia Reg. trop. (Asien)

7. *Imperata cylindrica* L.

L Cypern

8. *Saccharum aegyptiacum* WILLK.

H Egypten

VII, 10; IX, 2, 3

9. *Erianthus japonicus* BEAUV. I.

H i. Mte. Khasia Reg. temp.

" " v. *zebrina* II.

L Hort. Turic.

10. *Spodiopogon sibiricus* TRIN.

H Ussuri (Amurland)

III, 21; VII, 1; IX, 4

11. *Pogonatherum crinitum* TRIN.

L i. Mte. Khasia Reg. trop.

VI, 8—12

12. *Rottboellia hirsuta* VAHL

H Heluan (Egypten)

13. *Manisuris granularis* SW.

H Abyssinien

14. *Ischaemum petiolare* HACK.

H i. Mte. Khasia

III, 16

15. *Pectinaria ophiuroides* HACK.

L Tonkin

VI, 31

16. *Apluda aristata* L.

H Malabar

17. *Trachypogon ligulare* NEES ab E.

H Veracruz

III, 9; IV, 3

18. *Elionurus candidus* HACK.

L Montevideo

III, 11

19. *Arthraxon lanceolatus* HOCHST.

L Tonkin

20. *Andropogon Gryllus* L.

L Hort. Turic.

VI, 26

- | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------|
| 21. <i>Andropogon Ischaemum</i> L. | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | III, 13, 19 |
| 22. <i>Themeda gigantea</i> HACK. | H Tonkin | II, 15 |
| 23. <i>Iseilema Weightii</i> ANDERS. | H Panjab Reg. trop. (Ind. or.) | |
| III. Zoysieae (6). | | |
| 24. <i>Antheophora elegans</i> SCHREB. | L Hort. Bonn. | |
| 25. <i>Aegopogon pusillus</i> BEAUV. | H Bogotà (S.-Am.) | VI, 37, 38 |
| 26. <i>Tragus racemosus</i> DESF. | L Bozen | IV, 5—8; X, 56 a |
| 27. <i>Latipes senegalensis</i> KTH. | L Afrika | VIII, 10 |
| 28. <i>Perotis latifolia</i> AIT. | L Tonkin | III, 10 |
| 29. <i>Zoysia pungens</i> WILLD. | L u. H Tosa (Japan) | IV, 10, 9, 13; VIII, 9 |
| IV. Tristegineae (4). | | |
| 30. <i>Arundinella anomala</i> STEUD. | H Tosa | |
| 31. „ <i>avenacea</i> MUNRO | L i. Mte. Khasia Reg. trop. | VI, 13—15 |
| 32. <i>Melinis minutiflora</i> BEAUV. | H Brasilien | |
| 33. <i>Beckera nubica</i> HOCHST. | H Aethiopien | IX, 21 |
| V. Paniceae (19). | | |
| 34. <i>Reimaria purpurascens</i> L. | H Hort. Goetting. | III, 17 |
| 35. <i>Anthraenantia lanata</i> BEAUV. | L Montevideo | II, 13, 14 |
| 36. <i>Amphicarpum Purshii</i> METT. | New-Jersey | VI, 4—7 |
| 37. <i>Isachne arundinacea</i> GRIES. | H Portorico | II, 9, 5, 15; VII, 7; IX, 5 |
| 38. „ <i>australis</i> R. BR. | Tonkin | VI, 2, 3 |
| 39. <i>Eriochloa annulata</i> KTH. | L Uruguay | III, 26; VI, 22; VII, 5 |
| 40. <i>Digitaria sanguinalis</i> L. | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | II, 23; III, 6—8 |
| 41. <i>Panicum cruciforme</i> STEUD. | L „ „ „ „ | |
| 42. <i>Ichnanthus pallens</i> MUNRO | L Portorico | III, 27; VI, 29; VI, 27, 28 |
| 43. <i>Tricholaena rosea</i> NEES ab E. | H: Hort. Turic. L: Ostafrika | VIII, 16; IX, 22, 27 |
| 44. <i>Oplismenus undulatifolius</i> R. et S. | L V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | III, 15 |
| 45. <i>Setaria viridis</i> BEAUV I. | L Nimes (Frankreich) | |
| „ „ „ II. | H V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | |
| 46. <i>Cenchrus tribuloides</i> L. | L Uruguay | II, 10; VII, 19, 20 |
| 47. <i>Pennisetum villosum</i> BROWN = <i>P. longistylum</i> hort. | L V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | |
| 48. <i>Chamaeraphis spinescens</i> MUNRO | L Tonkin | |
| 49. <i>Stenotaphrum glabrum</i> TRIN. | L Montevideo | II, 12 |
| 50. <i>Spinifex hirsutus</i> LAB. | H Adelaide (Australien) | |
| 51. <i>Olyra latifolia</i> L. | Portorico | VI, 35; IX. 1, 10—15, 17 |
| 52. „ <i>micrantha</i> H. B. et K. | Rio de Janeiro | III, 5 |

53. *Pharus scaber* H. B. et K.
 54. *Leptaspis conchifera* HACK.
 55. *Luziola peruviana* JUSS.
 56. *Zizaniopsis Arechavaletae* HACK.
 57. *Zizania aquatica* L.
 58. *Oryza sativa* L. I.
 " " II.
 " " III.
 59. *Leersia virginica* WILLD.
 60. " *hexandra* SW.
 61. *Hygroryza aristata* RETZ.
 62. *Lygeum Spartum* L.

63. *Ehrharta Microlaena* NEES ab E.
 64. " *panicea* SMITH
 65. *Phalaris arundinacea* L. gen.
 65a. " " var. *picta*
 66. *Anthoxanthum odoratum* L.
 67. " *Puelii* LEC. et LAM.
 68. *Hierochloa borealis* R. et S.
 69. " *alpina* R. et S.

70. *Aristida congesta* R. et S.
 71. *Stipa pennata* L.
 72. *Lasiagrostis Calamagrostis* LINK.
 73. *Piptatherum paradoxum* RCHB.
 (*Oryzopsis* MICHX.)
 74. *Nassella trichotoma* HACK.
 75. *Piptochaetium bicolor* DESV.
 76. *Milium effusum* L.
 77. *Muehlenbergia mexicana* TRIN.
 78. *Brachyelytrum aristatum* BEAUV.
 79. *Podophorus bromoides* PHIL.
 80. *Cornucopiae cucullatum* L.
 81. *Crypsis aculeata* AIT.
 82. *Phleum Michelii* ALL.

VI. Oryzeae (10).

- | | | |
|------|-------------------------------|---------------------------------------|
| | Surinam | III, 23—25 |
| H | Goldküste (Westafrika) | IV, 1, 2; VIII, 26 |
| L | Montevideo | VI, 34; VIII, 33; IX, 9 |
| H | Uruguay | II, 6; V, 17, 18 |
| H | Nordamerika | V, 16; VIII, 34 |
| 2. H | { Nubien | } V, 5, 6, 10, 11, 13 |
| | { Piemont | |
| | { Japan | |
| H | Minnesota | IX, 7, 8, 19 |
| H | Montevideo | V, 1—4; V, 14; IX, 30 |
| | Untere Gangesebene (Ind. or.) | V, 8; VI, 36 |
| L | Algier | V, 22—24, 30, 31; VI, 30;
VIII, 11 |

VII. Phalarideae (7).

- | | | |
|---|------------------------------------|---|
| L | Cap | II, 11 |
| H | Hort. Petrop. | |
| L | Hort. Turic. | } V, 28, 29; VI, 1; VI, 32,
33; IX, 18 |
| L | V.-F. d. eidg. S.-C.-St.
Zürich | |
| L | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | VIII, 21; IX, 3a |
| L | " " " " | |
| | Arct. Norwegen | VII, 3, 4, 12 |

VIII. Agrostideae (33).

- | | | |
|---|--------------------------|--------|
| L | Gross-Nama-Land (Afrika) | |
| L | Wallis (Schweiz) | |
| L | Graubündten (Schweiz) | |
| L | Pola (Istrien) | |
| L | Montevideo | |
| L | " | |
| H | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | |
| L | Vermont (N.-Am.) | |
| H | Virginien | |
| H | Juan Fernandez (Chili) | |
| H | Smyrna | |
| H | Sarepta (Kaukasus) | |
| H | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | VI, 19 |

83. <i>Echinopogon ovatus</i> BEAUV.	H Tasmanien.	
84. <i>Alopecurus pratensis</i> L.	L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
85. <i>Mibora verna</i> ADANS.	L u. H V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
86. <i>Coleanthus subtilis</i> SEID.	H Böhmen	
87. <i>Phippsia algida</i> BROWN	L Grönland	II, 1—4
88. <i>Sporobolus pungens</i> KTH.	L Corsica (Strand.)	
89. <i>Chaeturus fasciculatus</i> LINK.	L Hort. Bonn.	
90. <i>Polypogon monopeliensis</i> DESF.	L Derbent (Kaukasus)	
91. <i>Garnotia (Berghausia) adscendens</i> MUNRO	L i. Mte. Khasia Reg. temp.	
92. <i>Cinna pendula</i> TRIN.	H Helsingland	
93. <i>Agrostis vulgaris</i> L.	H Zürich	
94. <i>Gastridium lendigerum</i> GUSS.	L Hort. Goetting.	
95. <i>Triplachne nitens</i> LINK.	H Unteregyp ten	
96. <i>Calamagrostis tenella</i> HOST.	L Cresta (Schweiz)	
97. „ <i>phragmitoides</i> HARTM.	L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	VIII. 27
98. <i>Ammophila arundinacea</i> HOST.	L „ „ „ „	VIII, 22
99. <i>Apera Spica venti</i> BEAUV.	H „ „ „ „	
100. <i>Dichelachne stipoides</i> HF.	L Tasmanien	
101. <i>Pentapogon Billardieri</i> BROWN	H „	
102. <i>Lagurus ovatus</i> L.	H Alexandria	
IX. Aveneae (16).		
103. <i>Holcus lanatus</i> L.	L Schweiz	
104. <i>Eriachne chinensis</i> HANCE	L Tonkin	VI, 16
105. <i>Airopsis globosa</i> DESV.	H Florenz	
106. <i>Aira caryophyllea</i> L.	H Isola bella (Italien)	
107. <i>Antinoria agrostidea</i> PARL.	L Sierra Estrella (Portugal)	
108. <i>Molineria minuta</i> PARL.	H Escorial (Spanien)	
109. <i>Eriachne Eklonii</i> NEES ab E. (<i>Achneria</i> MUNRO)	H Cap	
110. <i>Corynephorus canescens</i> BEAUV.	L Nürnberg	
111. <i>Deschampsia caespitosa</i> BEAUV.	L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
112. <i>Trisetum distichophyllum</i> BEAUV.	L Cresta	
113. <i>Ventenata avenacea</i> KOEL.	H Brünn	
114. <i>Avena pratensis</i> L.	L Hort. Turic.	
115. <i>Arrhenatherum elatius</i> M. K.	L Schweiz	
116. <i>Gaudinia fragilis</i> BEAUV.	H Spanien	
	L Nimes	
117. <i>Tristachya chrysotrix</i> NEES ab E.	L Uruguay	III, 26
118. <i>Danthonia provincialis</i> DC.	L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	

119. *Microchloa setacea* R. BR.
120. *Cynodon Dactylon* L.
121. *Spartina juncea* WILLD.
122. *Schoenefeldia gracilis* KTH.
123. *Harpechloa capensis* KTH.
124. *Ctenium cirrhosum* KTH.
125. *Chloris petraea* THUNBG.
126. *Gymnopogon racemosus* BEAUV.
127. *Schedonnardus texanus* STEUDEL
128. *Willkommia annua* HACK.
129. *Bouteloua multiseta* NEES ab E.
130. *Melanocenchris plumosa* J. et SP.
131. *Tripogon filiformis* NEES ab E.
132. *Tetrachne Dreyeri* NEES ab E.
133. *Dinebra arabica* JACQ.
134. *Beckmannia cruciformis* HOST.
135. *Eleusine oligostachya* LINK.
136. *Dactyloctenium mucronatum* W.
137. *Coelachyrum brevifolium* NEES ab E.
138. *Leptochloa mucronata* KTH.
139. *Buchloe dactyloides* ENGELM. ♂

140. *Pappophorum Arechavaletae* HACK.
141. *Schmidtia quinquesecta* BENTH.
142. *Echinaria capitata* DESF.
143. *Ammochloa pungens* BOISS.
144. *Sesleria coerulea* ARD.
145. *Fingerhuthia ciliata* NEES ab E.
146. *Gynerium argenteum* NEES ab E. ♂
147. *Ampelodesmos tenax* LINK.
148. *Phragmites communis* TRIN.
149. *Triodia irritans* BROWN
150. *Molinia coerulea* MÖNCH
151. *Eragrostis bahiensis* SCHULT.
152. *Avellinia macilenta* DC.
153. *Koeleria cristata* PERS.
154. *Cutandia maritima* BENTH. et HOOK.
155. *Melica glauca* F. SCHULTZ.

X. Chlorideae (21).

- | | | |
|---|---------------------------|----------------|
| L | Brasilien | IV, 16 |
| L | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | |
| L | New-Jersey | IV, 13; VII, 9 |
| L | Nubien | |
| L | Austro-Afrika | |
| | Brasilien | |
| L | Montevideo | |
| H | Washington | |
| H | Texas | VI, 17 |
| L | Amboland (Südwest-Afrika) | |
| L | Montevideo | |
| H | Abyssinien | |
| H | i. Mte. Khasia | IV, 18 |
| L | Cap | |
| H | Marseille | |
| L | Amur | |
| L | Hérault | IV, 15 |
| L | Amboland | IV, 14 |
| L | Dschidda (Arabien) | |
| L | Portorico | |
| | Nordamerika | |

XI. Festuceae (45).

- | | | |
|---|--------------------------|-----------------------|
| L | Montevideo | IV, 17; VIII, 8 |
| L | Amboland | |
| L | Nimes | |
| H | Oran (Algier) | |
| L | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | II, 16—20; VII, 7, 14 |
| L | Cap | |
| L | Montevideo | |
| L | Algier | |
| | Schweiz | |
| L | Adelaide | |
| H | Schweiz | |
| L | Uruguay | |
| H | Almeria (Spanien) | V, 32 |
| L | Hort. Turic. | |
| H | Elba | |
| | V.-F. d. eidg. S.-C.-St. | |

156. <i>Diarrhena japonica</i> FRANCHET SAV.	H Japan	III, 12
157. <i>Centotheca lappacea</i> BEAUV.	H Tonkin	
158. <i>Lophaterum gracile</i> BROGN.	L „	
159. <i>Uniola latifolia</i> L.	H u. L Hort. Turic.	IX, 13 a
160. <i>Distichlis distichophylla</i> LAB.	L Tasmanien	
161. <i>Briza elegans</i> DÖLL.	L Montevideo	
162. <i>Wangenheimia disticha</i> MÖNCH	H Aranjuez (Spanien)	
163. <i>Aeluropus littoralis</i> WILLD.	Sarepta	VII, 8
164. <i>Dactylis glomerata</i> L.	L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
165. <i>Cynosurus echinatus</i> L.	H „ „ „ „	
166. <i>Lamarckia aurea</i> MÖNCH	L Bouzaréah (Algier)	
167. <i>Sclerochloa dura</i> BEAUV.	H Sitten (Schweiz)	
168. <i>Schismus marginatus</i> BEAUV.	L Spanien	
169. <i>Poa pratensis</i> L.	L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
170. <i>Colpodium altaicum</i> TRIN.	L Altai	
171. <i>Scolochloa festucacea</i> LINK.	L Berlin	
172. <i>Graphephorum melicoides</i> DESV.	H Nordamerika	
173. <i>Glyceria fluitans</i> BROWN	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	VIII, 29, 32
174. <i>Festuca arundinacea</i> SCHREB.	„ „ „ „	
175. „ <i>silvatica</i> VILL.	„ „ „ „	
176. „ <i>spadicea</i> L.	„ „ „ „	VII, 11
177. „ <i>punctoria</i> SIBTH. et SM.	L Hort. Turic.	V, 33; VII, 13
178. „ <i>thalassica</i> KUNTH	L Schleswig-Holstein	VIII, 35
179. <i>Nardurus Lachenalii</i> SPENN.	H Westeuropa	
180. <i>Catapodium loliaceum</i> LINK.	H Norfolk	
181. <i>Bromus erectus</i> HUDS.	L Hort. Turic.	
182. <i>Boissiera bromoides</i> HOCHST.	H Sinai	
183. <i>Megalachne berteroniana</i> STEUD.	H Juan Fernandez	
184. <i>Brachypodium silvaticum</i> BEAUV.	H Schweiz	

XII. *Hordeae* (15).

185. <i>Nardus stricta</i> L. I.	2. L V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	I, 1—5; VIII, 1, 2, 12—15, 30, 31; IX, 20
„ „ II.	„ St. Gallen (Schweiz)	
„ „ III.	„ Epinal (Vosges)	
„ „ IV.	„ Bonn	
„ „ V.	„ Corsica	
„ „ VI.	„ Spanien	
„ „ VII.	„ Olymp	
„ „ VIII.	„ Guriel (Russland)	

186. <i>Lolium italicum</i> A. BR.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
187. <i>Oropetium Thomaeum</i> TRIN.	L	i. Mte. Nilghiri Reg. trop. (Ind. or.)	
188. <i>Lepturus cylindricus</i> TRIN.	H	Spanien	
189. <i>Psilurus nardoides</i> TRIN.	L	Istrien	
190. <i>Agropyrum maritimum</i> BEAUV.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
191. <i>Haynaldia villosa</i> SCHUR	H	Pest	VIII, 23
192. <i>Secale montanum</i> GUSS.	H	Hort. Turic.	
193. <i>Triticum vulgare</i> VILL.	L	Keimpflanzen	
194. <i>Aegilops ovata</i> L.	H	Aosta (Italien)	
195. <i>Heteranthelium piliferum</i> HOCHST.	H	Syrien	
196. <i>Hordeum jubatum</i> L.	H	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
197. „ <i>maritimum</i> L.	L	Livorno	
198. <i>Elymus arenarius</i> L.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
199. „ <i>giganteus</i> VAHL	L	„ „ „ „	

XIII. **Bambuseae** (10).

200. <i>Arundinaria macrosperma</i> MICHX.	L	Texas	
201. <i>Arthrostylidium</i> spec. det. HACK.	L	Portorico	
202. <i>Phyllostachys nigra</i> MUNRO	H	Tosa (Japan)	
203. <i>Merostachys Kunthiana</i> RUPR.	H	Rio de Janeiro	
204. <i>Chusquea pinifolia</i> TRIN.	L	„ „ „	
205. <i>Bambusa gracilis</i> hort.	L	Hort. Turic.	
206. „ <i>Metake</i> SIEB.	L	„ „	
207. „ <i>verticillata</i> WILLD.	L	„ „	I, 6; VIII, 3, 19, 24
208. <i>Schizostachyum Zollingeri</i> STEUD.	H	Japan	
209. <i>Bonia tonkinensis</i> BALANSA	H	Tonkin	

Figurenerklärung.

Die Figuren sind (mit wenigen Ausnahmen) mit dem Zeichenprisma entworfen.

Die Flächenansichten der Epidermis sind entweder nach macerierten Epidermisstücken oder nach Blattstücken gezeichnet, welche in Phenol oder Harzen aufgeheilt wurden.

In ersterem Falle sind die Helligkeitsunterschiede zwischen Langzellen, Kork- und Kieselkurzzellen ungefähr so wie in Figur 1, Tafel XV. Die Korkkurzzellen sind daher in den Flächenbildern macerierter Epidermen dunkel gezeichnet, und die Kieselkurzzellen, welche ohnehin durch ihre charakteristischen Umrisse und die punktförmigen Bläschen imponieren, weiss gelassen.*)

In den Querschnittsbildern sind die Kieselkurzzellen dunkel gezeichnet, weil dieselben in stark lichtbrechenden Medien allein scharf hervortreten und zwar als dunkle Massen.

Oft sind nur die Kieselkurzzellen scharf gezeichnet und die Conturen der anstossenden Zellen bloss angedeutet. Letztere waren eben in den angewendeten, stark brechenden Medien undeutlich.

Wo nichts besonderes bemerkt ist, beziehen sich die Figuren auf die Blattspreite und zwar ungefähr auf das mittlere Längendrittel derselben.

Die ausgezogenen und punktierten Linien am Rande der Flächenbilder deuten Beschaffenheit und Ausdehnung der subepidermalen Gewebesorten an. Punktiert bedeutet Stereom, ausgezogen Parenchym (gewöhnlich Assimilationsgewebe).

Ferner ist

L.-S. = Längsschnitt

Q.-S. = Querschnitt

O.-S. = Blattoberseite

U.-S. = Blattunterseite

H.-B. = Blatt eines (fertilen) Halmes

L.-B. = „ „ (sterilen) Laubtriebes

ko = Korkkurzzelle

ki = Kieselkurzzelle

l = Langzelle

si = Intracellularer Kieselkörper

r = Randreihe

p = Papille

as = Aussenseite der Kieselkurzzellen

is = Innenseite „ „

qs = Querseite „ „

ls = Längsseite „ „

*) Bisweilen sind allerdings auch in Flächenbildern Kieselzellen und Kieselkörper anderer Elemente dunkel gezeichnet (z. B. Tafel XI, 1), so wie sie in stark brechenden Medien erscheinen. Dies ist, wenn nötig, in der Figurenerklärung besonders bemerkt.

Tafel I.

Figur 1. *Nardus stricta*. Schema der Epidermis eines Laubtriebblattes eines üppigen, unterseits relativ stark behaarten Exemplars. (Vergleiche in der Folge jeweils auch Figur 2 dieser Tafel.)

ab halbe Breite der Oberseite, *bc* halbe Breite der Unterseite. *r* (= *b* Figur 2) Randreihe des Blattes. 1, 3, 4, 6, 7—10 Streifen über Parenchym (d. h. Assimilationsgewebe). *sf* Stomafeld, *rf* spaltöffnungsfreies Randfeld eines Streifens über Parenchym. 2, 5 Blasenzellstreifen (Gelenkzellstreifen). I—V Streifen über Bast. *k* gemischtes Kurzzellpaar, links (apical) eine durch einen Punkt gekennzeichnete Kieselkurzzelle, rechts (basal) eine (gewöhnlich kürzere) Korkkurzzelle; zahlreich über Bast auf der Unterseite. *ko* isolierte Korkkurzzelle, zahlreich über Assimilationsgewebe auf der Unterseite. Sehr spärlich finden sich Kurzzellen auch auf der Oberseite. *st* Stachelhaar, über Bast auf der Oberseite, besonders kräftig in der Randreihe *r*. *bo* Insertionsstelle eines Borstenhaares, über Assimilationsgewebe auf der Unterseite, spärlich und klein im Randstreifen über Bast auf der Oberseite (IIIo). *w* Winkelhaar, relativ zahlreich über Assimilationsgewebe auf der Unterseite, über Bast auf der Oberseite des Blattrandes (IIIo), in den Randfeldern der Streifen über Parenchym auf der Oberseite, in der Mitte der Gelenkzellstreifen, vereinzelt in den Rändern der Streifen über Bast auf der Ober- und Unterseite. *p* Papillen, über Bast und Assimilationsgewebe auf der Oberseite, die Blasenzellstreifen und der Randstreifen über Bast (IIIo) ausgenommen. *sp* Spaltöffnungen, bloss oberseits.

- „ 2. Id., aber unterseits kahl. Q.-S. 104/1. Buchstaben und Zahlen gleichbedeutend wie in Figur 1.
- „ 3. Id., Partie aus Streifen 6 der Figur 1. 425/1.
- „ 4. „ „ „ 7 „ „ 1. 425/1.
- „ 5. „ „ „ „ 8 „ „ 1. 425/1.
- „ 6. *Bambusa verticillata*. Q.-S. *a* Randfeld, *b* Stomafeld, *c* stomafreies Mittelfeld eines Streifens über Parenchym auf der Unterseite.

Tafel II.

Figur 1. *Phippsia algida*. Sehr einfacher Typus. Q.-S. *a* stomafreies Feld („Mestomfeld“), *b* Stomafeld.

- „ 2. Id. U.-S. Partie der Epidermis über Bast und Parenchym. 104/1.
- „ 3. Id. Epidermis des Blattrandes, flach ausgebreitet. 104/1.
- „ 4. Id. Dasselbe von einer anderen Stelle desselben Blattrandes.
- „ 5. *Isachne arundinacea*. U.-S. Quergestreckte Zellen an Stelle der Langzellen! 380/1.
- „ 5a. Id. Eine solche Zelle von der Querseite gesehen, inhaltsverkieselt. 380/1.
- „ 6. *Zizaniopsis Arechavaletae*. Q.-S. Zellen über Bast und Parenchym von annähernd gleichem Querschnitt. 660/1.
- „ 7. *Coix Lacryma*. Querschnitt durch einen von Stachelhaaren flankierten Blasenzellstreifen.
- „ 8. *Amphicarpum Purshii*. Q.-S. 104/1.
- „ 9. *Coix Lacryma*. Querschnitt durch die Epidermis der Unterseite. 400/1.
- „ 10. *Cenchrus tribuloides*. Querschnitt durch die Epidermis der Oberseite, nahe dem Blattrand. 760/1.
- „ 11. *Ehrharta Microlaena*. Q.-S. *a* Stomafeld, *b* stomafreies Mittelfeld. 50/1.
- „ 12. *Stenotaphrum glabrum*. Q.-S. Über der Epidermis der Unterseite liegt eine mehrschichtige Lage Wassergewebe. 104/1.

- Figur 13. *Anthaenantia lanata*. Q.-S. *a* Stomafelder. Das Assimilationsgewebe ist von zahlreichen Gefässbündeln durchwuchert. 83/1.
- „ 14. Id. 12/1.
- „ 15. *Themeda gigantea*. Epidermis der Oberseite, unteres Längendrittel der Spreite, Stelle *a* des bestehenden Querschnittes. Assimilationsgewebe auf Nester unter den Spaltöffnungen reduciert. Das an seiner Stelle unter und zwischen diesen Nestern sich entfaltende, derbwandige, farblose Parenchym durchschimmernd gezeichnet. 182/1.
- „ 16. *Sesleria coerulea*. Q.-S. Spaltöffnungen von aussen. Schliesszellen in eine schalige Vertiefung eingesenkt. *l* anstossende Langzelle, *A* äussere Nebenzelle (für *Sesleria* charakteristisch), *J* innere Nebenzelle, durchschimmernd (der Nebenzelle der übrigen Gräser entsprechend). Ca. 1600/1.
- „ 17. Id. Spaltöffnung von innen. Die linke, innere Nebenzelle ist entfernt. *g* verdickte, glänzende Stelle in der Scheidewand der Enderweiterungen.
- „ 18. Id. Längsschnitt in der Richtung *ef* der Figur 19.
- „ 19. Id. Querschnitt „ „ „ *ab* „ „ 16.
- „ 20. Id. „ „ „ *cd* „ „ 16.
- „ 21. *Uniola latifolia*. Abnorme Spaltöffnung. Erstes Blatt einer 12 cm langen Keimpflanze.
- „ 22. *Olyra latifolia*. Auf einer frühen Entwicklungsstufe stehengebliebene, von der Wellung mitergriffene Spaltöffnungen eines ausgewachsenen Blattes.
- „ 23. *Digitaria sanguinalis*. Q.-S. Auf der Unterseite liegen die Spaltöffnungen normal, auf der Oberseite gegen die Regel über den Gefässbündeln.

Tafel III.

Kieselkurzzellen über Bast. Typus I: Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen.

- Figur 1. *Polytoca bracteata*. U.-S. Kreuzzelle von aussen. Contur der Innenseite (*a*) durchschimmernd. 380/1.
- „ 2. Id. Q.-S.
- „ 3. Id. Grössendifferenz der Kieselkurzzellen secundärer Streifen über Bast auf der Ober- und Unterseite, beobachtet bei Einstellung auf die obere und untere Epidermis derselben Blattstelle. 380/1.
- „ 4. *Olyra latifolia*. *A* Kreuzzellen der Unterseite, *B* der Oberseite. 380/1.
- „ 5. *Olyra micrantha*. Kreuzzellen der Unterseite, blattteinwärts stark verbreitert. 380/1.
- „ 6. *Digitaria sanguinalis*. U.-S. Hantelzellen. 660/1.
- „ 7. Id. L.-S. 660/1.
- „ 8. Id. Q.-S. 660/1.
- „ 9. *Trachypogon ligulare*. U.-S. Hantelzellen. 650/1.
- „ 10. *Perotis latifolia*. Hantelzellen. *a, b* Längsschnitte, *c—g* durch Maceration isolierte Zellen. *c* von der Längsseite, *d* und *f* schief von aussen und von der Längsseite, *e* von aussen, *g* schief von der Querseite. *oe* Ohrchen. (Übrige Buchstaben siehe den Kopf der Figurenerklärung.) 660/1.
- „ 11. *Elionurus candidus*. U.-S. Hantelzelle mit breitem Mittelstück. 660/1.
- „ 12. *Diarrhena japonica*. Hantelzellen.
- „ 13. *Andropogon Ischaemum*. O.-S. Hantelzellen, *a* mit schmalem Mittelstück, *b* und *c* unregelmässige Formen. 380/1.
- „ 14. *Beckera nubica*. U.-S. *a* Hantelzellen, *b* Knotenzelle. 660/1.
- „ 15. *Oplismenus undulatifolius*. O.-S. Ungleiche Hantelzellen. 660/1.

- Figur 16. *Ischaemum petiolare*. Kieselkurzzelle, anstossend an eine inhaltsverkieselte Langzelle *si*. 660/1.
- „ 17. *Reimaria purpurascens*. Hantelzellen mit langem, breitem Mittelstück und schief abfallenden Querseiten, *a* von aussen, *b* im Längsschnitt. 660/1.
- „ 18. *Oplismenus undulatifolius*. O.-S. *a* dreiknöpfige, *b* geschlängelte Knotenzellen. 380/1.
- „ 19. *Andropogon Ischaemum*. *si* inhaltsverkieselte Langzelle. 380/1.
- „ 20. *Coix Lacryma*. U.-S. Querschnitt durch das mediane Bastbündel und den zugehörigen Epidermisstreifen des Mittelnervs. 182/1.
- „ 21. *Spodiopogon sibiricus*. U.-S. Querschnitt durch Hantelzellen. *m* Mestomscheide. 760/1.
- „ 22. *Coix Lacryma*. Q.-S. 380/1.
- „ 23. *Pharus scaber*. Kieselkurzzellen zwischen bastförmigen Epidermiszellen der Unterseite, über Assimilationsgewebe, durch Macerieren isoliert. *a, b, c* von der Längsseite, *d* von der Innenseite, *e* von der Querseite. 660/1.
- „ 24. Id. U.-S. Partie einer reinen Kieselkurzzellreihe (über Assimilationsgewebe, zwischen bastförmigen Epidermiszellen). Die aufeinander folgenden Kieselzellen werden abwechselnd grösser und kleiner. 182/1.
- „ 25. Id. *be* bastförmige Epidermiszelle. *a* weiss durchschimmernde Innenseite der Kieselkurzzelle. (Vergl. Figur 23 *d*.) Die Summe aller dieser Innenseiten einer Längsreihe von Kurzzellen bildet einen charakteristischen, geraden weissen Streifen. 660/1. (Topographie genau wie in Figur 1, Tafel IV, nur bestehen die Kurzzellreihen hier aus lauter Kieselkurzzellen.)
- „ 26. *Tristachya chrysothrix*. U.-S. Von zwei Langzellreihen begleitete Kurzzellreihe. 380/1.
- „ 27. *Ichnanthus pallens*. U.-S. I Partie eines primären, II eines secundären Streifens über Bast. 380/1. (Vergl. auch Tafel VI, Figur 29.)

Tafel IV.

Kieselkurzzellen über Bast. Figuren 1—4 Fortsetzung des Typus I. Übrige Figuren Typus II: Sattelzellen.

- Figur 1. *Leptaspis conchifera*. U.-S. Partie eines Streifens über Parenchym. *l* gewöhnliche Langzellen (z. T. inhaltsverkieselt), *be* bastförmige Epidermiszellen, *ko* Kork- und *ki* Kieselkurzzellen (in Längsreihen zwischen *be*), spärliche Spaltöffnungen. 182/1.
- „ 2. Id. U.-S. Q.-S. *si* gewöhnliche, inhaltsverkieselte Langzelle. *ki* Kieselkurzzelle, zwischen concentrisch verdickten, bastförmigen Epidermiszellen eingeklemmt. 380/1.
- „ 3. *Trachypogon ligulare*. U.-S. Epidermis über einem Nerven der Blattoberfläche. *a* Hemmungsbildung, *b* verkrüppelte Kieselkurzzelle des Streifenrandes. *w* Basalzelle eines Winkelhaars, *w*₁ dasselbe solid verkieselt, quer gebrochen. 380/1.
- „ 4. *Eriochloa annulata*. U.-S. *mn* Mittelnerv. 380/1.
- „ 5. *Tragus racemosus*. U.-S. Epidermis eines Nervs der Blattoberfläche. Reihen aus Kork- und Sattelzellen (*ki*) alternieren mit reinen Langzellreihen. 380/1.
- „ 6. Id. U.-S. Sattelzellen des Mittelnervs, *a* der mittleren, *b* der äusseren Reihen. 660/1.
- „ 7. Id. Durch Macerieren isolierte Sattelzellen vom Blattrand. *a* von der Querseite, *b* von aussen und von der Längsseite. 660/1.
- „ 8. Id. U.-S. Q.-S. Epidermis des Mittelnervs. 380/1.
- „ 9. *Zoysia pungens*. L.-B. O.-S. 660/1.
- „ 10. Id. L.-B. U.-S. 660/1.

- Figur 11. Id. L.-B. O.-S. Ausnahmsweise an Stelle von Sattelzellen auftretende Kreuzzellen. 380/1.
 „ 12. Id. H.-B. O.-S. Sattelzellen relativ kümmerlich entwickelt. 660/1.
 „ 13. *Spartina juncea*. 380/1.
 „ 14. *Dactyloctenium mucronatum*. U.-S.
 „ 15. *Eleusine oligostachya*.
 „ 16. *Microchloa setacea*. *a* Sattelzelle von aussen, *b* von innen, *c* im Querschnitt.
 „ 17. *Pappophorum Arechavaletae*. O.-S. Kieselkurzzellen der Streifen über Bast auf der Oberseite, U.-S. dasselbe auf der Unterseite.
 „ 18. *Tripogon filiformis*. O.-S. Kieselkurzzellen der Streifen über Bast auf der Oberseite (vorherrschende Form), U.-S. Stück einer Reihe des Randstreifens über Bast auf der Unterseite, *c* auf der ganzen Unterseite über Bast vorherrschende Form, *b* nur ausnahmsweise auftretende Formen, *a* zahlreich nur über der Mitte des Mittelnervs auf der Unterseite.

Tafel V.

Kieselkurzzellen über Bast. Figuren 1—21 Typus III: Reiszellen. Figuren 22—27 Typus IV: Kreis- und Ellipsenzellen. Figuren 28—31 Typus V: Stäbchen- und Plättchenzellen.

- Figur 1. *Leersia hexandra*. U.-S. Längsschnitt einer Reiszelle, *ab* bei Einstellung auf die Ebene *ab* der Figur 3, *cd* bei Einstellung auf *cd* in Figur 3. Bastzellen des angrenzenden Bündels in der Mehrzahl inhaltsverkieselt. 1200/1.
 „ 2. Id. U.-S. Reiszelle von aussen. 1200/1.
 „ 3. Id. U.-S. Dasselbe, mehr quergestreckt. 1200/1.
 „ 4. Id. Stück einer Kurzzellreihe, (in conc. Phenol) von aussen und von der Längsseite gesehen. *a* zugekehrte Längsseite einer Reiszelle, *b* abgekehrte, bei tieferer Einstellung sichtbare Längsseite ebenderselben Zelle. Punktierte Linien im Präparat unsichtbar, sie vervollständigen schematisch die Zellgrenzen. Zu äusserst rechts sind die Conturen im Bereich einer Reiszelle ausgezogen. *bl* bläschenförmiger Raum. 1200/1.
 „ 5. *Oryza sativa* (Nubien). U.-S. Reiszelle von aussen. 660/1.
 „ 6. Id. Q.-S. 660/1.
 „ 7. Id. Reiszelle durch Maceration isoliert, von aussen und von der Querseite.
 „ 8. *Hygroryza aristata*. *ki* stark eingeschnürte, blatteinwärts verbreiterte Reiszelle. *z* Zwischenzelle, mit Cuticularwärtchen besetzt. 660/1.
 „ 9. Id. Mit Flussäure entkieselte Kieselkurzzelle, *a* von der Fläche, *b* von der Längsseite.
 „ 10. *Oryza sativa* (Piemont). Abnorme Formen und Gruppierungen von Reiszellen.
 „ 11. Id.
 „ 12. *Festuca spadicea*. U.-S. Korkkurzzelle durch eine Längswand geteilt, einer Spaltöffnung hinten anliegend.
 „ 13. *Oryza sativa* (Piemont). O.-S. Zweitäusserster Nerv der Blattfläche. 660/1.
 „ 14. *Leersia hexandra*. U.-S. Epidermis über dem Mittelnerv (*m*). *mf* Mittelfeld, besteht aus papillenträgenden Langzellen (z. T. inhaltsverkieselt, schärfer conturiert), gemischten Kurzzellpaaren und spärlichen Winkelhaaren. *rf* Randfeld, besteht aus reinen Kurz- und reinen Langzellreihen. 380/1.
 „ 15. *Oryza sativa* (Nubien). U.-S. *a* inhaltsverkieselte, *b* gewöhnliche Zwischenzelle, *c* Reiszelle, an ein Stachelhaar (*st*) stossend, daher unvollkommen. 660/1.

- Figur 16. *Zizania palustris*. O.-S. Flächennerv. 660/1.
 „ 17. *Zizaniopsis Arechavaletae*. U.-S. Nur die Zelle *a* zeigt deutlich den Reiszellentypus. 660/1.
 „ 18. Id. O.-S. Kieselkurzzelle etwas schief von aussen. 660/1.
 „ 19. *Isachne arundinacea*. O.-S. (Terpentinpräparat.)
 „ 20. Id. *o* Querschnitt einer Kieselkurzzelle der Oberseite, *u* eben ein solcher der Unterseite. Ausgezogene Contur: Querebene durch die Öhrchen (*oe*); punktierte Contur: Querebene durch die Mitte der Zelle. Die scharf ausgeprägten Öhrchen (*oe* Figur 19) erscheinen im Querschnittsbild in charakteristischer Weise als zwei zarte, dem Zellkörper aussen aufgesetzte Säume. 660/1.
 „ 21. Id. O.-S. *a* Streifen über Parenchym (Lang- und Korkkurzzellen, spärliche inhaltsverkieselte Kurzzellen). *b* + *c* halber Blasen Zellstreifen. *b* Übergangszone aus längsgestreckten Zellen, ohne Kurzzellen. *d* inhaltsverkieselte Korkzelle. 380/1.
 „ 22. *Lygeum Spartum*. U.-S. *a*—*d* Kieselkurzzellen von aussen und von der Längsseite, *e* und *f* optische Längsschnitte. 660/1.
 „ 23. Id. U.-S. Die Kieselkurzzellen sind so gezeichnet, wie sie in Phenol oder Harzen erscheinen. Die dunklen Ringe in denselben sind bedingt durch die Lichtbrechung. In der Kieselzelle rechts ist der Umriss der Innenseite punktiert eingezeichnet. 660/1.
 „ 24. Id. U.-S. Grosse Kieselzelle von aussen. Dunkel sind die sichelförmigen Säume, in welche der walzige Kieselkörper vorn und hinten an seiner äussern Abstützungsfläche ausläuft. 660/1.
 „ 25. *Nardus stricta*. U.-S. Stück einer Zellreihe über Bast von einer frischen, in Wasser beobachteten Epidermis. 425/1.
 „ 26. Id. L.-S. Kieselkurzzelle zwischen zwei Langzellen. Glühskelett.
 „ 27. Id. Kieselkurzzelle, auf Zusatz von Kalilauge unter Abhebung der Cuticula über das Niveau der Epidermis hinausgetreten.
 „ 28. *Phalaris arundinacea* var. *picta*. U.-S. Alle Kieselkörper (Kieselkurzzellen, Langzellen, Stachelhaare) sind dunkel. 380/1.
 „ 29. Id. U.-S. Längsschnitt durch zwei Kieselkurzzellen und eine Korkkurzzelle. 660/1.
 „ 29a. Id. Kieselkurzzelle von aussen und von der Längsseite. 380/1.
 „ 30. *Lygeum Spartum*. O.-S.
 „ 31. Id. O.-S. *a*—*c* Kieselkurzzellen von aussen, *d* im Längsschnitt. 660/1.

Tafel VI.

Figuren 2—19 Kieselkurzzellen über Bast, Nebentypen. Figuren 20—38 Kieselkurzzellen über Assimilationsgewebe.

- Figur 1. *Phalaris arundinacea genuina*. O.-S. Mittelnerv, über Bast. 380/1.
 „ 2. *Isachne australis*.
 „ 3. Id. Kieselkurzzellen durch Maceration isoliert, *a* von aussen, *b* von der Längsseite und von aussen, *c* von der Querseite. *d* optischer Längsschnitt durch die Zellmitte.
 „ 4. *Amphicarpum Purshii*. Blattrand. 380/1.
 „ 5. Id. Stück eines Streifens über einem Flächennerven desselben Blattes. 380/1.
 „ 6. Id. Querschnitt einer Kieselkurzzelle der Figur 4. 660/1.
 „ 7. Id. „ „ „ „ 5. 660/1.

- Figur 8. *Pogonatherum crinitum*. U.-S. Die Streifen über Bast enthalten Langzellen, viereckige Kieselkurzzellen, Stachel- und Winkelhaare. Letztere beide fast stets gepaart, das Stachelhaar vorn, das Winkelhaar hinten. Von letzteren sind nur die Basalzellen (in ihrem unteren Teil) erhalten. (Präparat nicht maceriert!) w_1 Kieselkörper im Fussteil der Basalzelle. Der Streifen über Assimilationsgewebe besteht aus Papillen tragenden Langzellen und von den Papillen rings überwölbten Spaltöffnungen. 182/1.
- „ 9. Id. Kieselkurzzelle von aussen (und etwas von der Längsseite). 1050/1.
- „ 10. Id. Zwei Kieselkurzzellen von der Längsseite und von aussen. 660/1.
- „ 11. Id. U.-S. Q.-S. 660/1.
- „ 12. Id. „ „ 660/1.
- „ 13. *Arundinella avenacea*. U.-S. 380/1.
- „ 14. Id. O.-S. 380/1.
- „ 15. Id. L.-S. 380/1.
- „ 16. *Eriachne chinensis*. U.-S.
- „ 17. *Schedonnardus texanus*. U.-S. Habitusbild der Epidermis über Bast. O.-S.
- „ 18. Id. Zwei Kieselkurzzellen des Blattrandes, Blattunterseite.
- „ 19. *Phleum Michellii*. Kieselkurzzellen mit Papillen.
- „ 20. *Coix Lacryma*. Kieselkurzzelle über Parenchym, von aussen, blattteinwärts keilförmig zugeshärft. Die auf eine quere Linie reduzierte Zellinnenseite ist durchschimmernd gezeichnet. 380/1.
- „ 21. *Polytoca bracteata*. U.-S. Kieselkurzzellen über Parenchym. $a-c$ von aussen, d von aussen und von der Querseite. In a schimmert die Innenseite als dreistrahligster Stern durch. 380/1.
- „ 22. *Eriochloa annulata*. O.-S. Kieselkurzzelle über Parenchym, von aussen und von der Seite. 660/1.
- „ 23. *Zea Mays*. Kieselkurzzellen über Parenchym. a von aussen, Contur der schmalen Innenseite durchschimmernd. b Längsschnitt. 660/1.
- „ 24. *Tripsacum dactyloides*. O.-S. Gemischtes Kurzzellpaar über Parenchym im Längsschnitt. 660/1.
- „ 25. *Coix Lacryma*. U.-S. Querschnitt durch eine Kieselkurzzelle und anstossende Langzellen über Parenchym. 380/1.
- „ 26. *Andropogon Gryllus*. U.-S. Querschnitt durch die Epidermis über Parenchym. 660/1.
- „ 26a. Id. Eine Kieselkurzzelle der Figur 26 von aussen.
- „ 27. *Ichnanthus pallens*. Kieselkurzzelle über Parenchym, a bei Einstellung auf das äussere Niveau der Epidermis, b bei tieferer Einstellung. 660/1.
- „ 28. Id. Q.-S.
- „ 29. Id. O.-S. Ein Streifen über Bast und ein Teil der angrenzenden Streifen über Parenchym. 220/1.
- „ 30. *Lygeum Spartum*. U.-S. Kieselkurzzelle über Parenchym, a von aussen (Contur der Innenseite durchschimmernd), b Längsschnitt. 660/1.
- „ 31. *Pectinaria ophiuroides*. U.-S. Partie einer mit dem SCHULZE'schen Gemisch losgetrennten Epidermis zur Veranschaulichung der hierbei auftretenden Helligkeitsunterschiede der Langzellen, Kiesel- und Korkkurzzellen. 380/1.
- „ 32. *Phalaris arundinacea* var. *picta*. O.-S. Kieselkurzzelle über Parenchym. Punktiert ist der Rand der Innenseite, soweit diese mit den Seitenflächen eine deutliche Kante bildet. 380/1.
- „ 33. Id. Dasselbe von aussen und von der Längsseite.
- „ 34. *Luziola peruviana*. Dasselbe, a von aussen, b im Querschnitt, c etwas schief von innen. f blattteinwärts gerichteter, zwischen die angrenzenden Mesophyllzellen sich bettender Fortsatz.

- Figur 35. *Olyra latifolia*. Dasselbe, *a* von aussen, *b* von aussen und von der Querseite, *c* von der Querseite, *f* Fortsatz nach innen (analog dem in Figur 34). Derselbe ist meist eine vierkantige, zwischen vier Mesophyllzellen eingekeilte Pyramide, welche bei Betrachtung der Zelle von aussen oder innen als charakteristisches, rhombisches Feld (in Figur *a* punktiert eingezeichnet) erscheint. 380/1. (Vergl. auch Tafel IX, Figur 1.)
- „ 36. *Hygroryza aristata*. Dasselbe. *a—c* schiefe Ansichten, *d* Querschnitt, *f* Fortsatz blattinwärts (analog *f* in Figur 34 und 35).
- „ 37. *Aegopogon pusillus*. O.-S. Stück eines Blasenzellstreifens. Die inhaltsverkieselten Elemente sind körperlich gezeichnet. 1200/1.
- „ 38. Id. Kieselkurzzellen aus Blasenzellstreifen, *a* von aussen (Terpentin), *b* durch Maceration isoliert, unbestimmt orientiert. 1200/1.

Tafel VII.

Korkkurzzellen.

- Figur 1. *Spodiopogon sibiricus*. O.-S. Längsschnitt durch eine Korkkurzzelle (und die angrenzenden Langzellen) über dem Bastband des Mittelnervs. 660/1.
- „ 2. *Zea Mays*. U.-S. Querschnitt durch eine Korkkurzzelle und die angrenzenden Lang- und Bastzellen. 380/1.
- „ 3. *Hierochloa alpina*. U.-S. Dasselbe, mit Chromsäure behandelt. Die Korkkurzzelle ist unverändert, die Lang- und Bastzellen sind stark gequollen in den inneren Schichten. In ersteren ist das Lumen im ungequollenen Zustand punktiert eingezeichnet. 660/1.
- „ 4. Id. U.-S. Korkkurzzellpaar über Bast, von aussen. *a* die aneinander stossenden Querwände der Korkkurzzellen. (Sehr dünn, so wie auch die anderen zwei Quer- und die Längswände.) *b* Membran der anstossenden Langzelle. 660/1.
- „ 5. *Eriochloa annulata*. Korkkurzzelle über Parenchym, von aussen. (Maceriert.) 660/1.
- „ 6. *Zizaniopsis Arechavaletae*. U.-S. Epidermis über Bast. 660/1.
- „ 7. *Sesleria coerulea*. U.-S. Längsschnitt durch zwei Korkkurzzellen (eine mit festem Inhalt) und die zwischenliegende Langzelle, über Parenchym. (Dasselbe in Streifen *f* der Figur 14 von aussen.) 580/1.
- „ 8. *Aeluropus littoralis*. U.-S. Partie der Epidermis über Parenchym, zeigt zwei gemischte Kurzzellpaare. Korkkurzzellen eine Papille tragend (also umgekehrt wie in Figur 19, Tafel VI), die eine von beiden (die dunkle) inhaltsverkieselt. *w* unterer Teil einer Basalzelle eines Winkelhaars. (Terpentinpräparat.)
- „ 9. *Spartina juncea*. O.-S. Lang- und Korkkurzzellen mit einfachen und ästigen Papillen.
- „ 10. *Saccharum aegyptiacum*. O.-S. Epidermis über dem Bastband des Mittelnervs, circa ein Viertel der ganzen Breite desselben repräsentierend. 104/1.
- „ 11. *Festuca spadicea*. U.-S. Epidermis über einem Flächennerv. Reine Korkkurzzellreihen wechseln mit reinen Langzellreihen. 180/1.
- „ 12. *Hierochloa alpina*. U.-S. Epidermis über Bast (Lang- und Korkkurzzellen) und über Parenchym (lauter Langzellen). 61/1.
- „ 13. *Festuca punctoria*. O.-S. Die Trichome und Spaltöffnungen liegen jeweilen apical, die anliegenden Korkkurzzellen basal. 104/1.

- Figur 14. *Sesleria coerulea*. Epidermis des Blattrandes, flach ausgebreitet. *r* Randreihe mit den Randstachelhaaren, *d* kurzzellfreies Mittelfeld, *c* und *e* Kurzzellen führende Randfelder des Randstreifens über Bast. *a* Mestomfeld, *b* Stomafeld des äussersten Streifens über Parenchym auf der Oberseite. *f* Partie des äussersten Streifens über Parenchym. 196/1.
- „ 15—18. *Zea Mays*. Gemischte Gruppen. Jeweilen das oberste Element ist am meisten apical gelegen.
- „ 19. *Cenchrus tribuloides*. *a* Stück einer später Kurzzellen führenden Reihe über Bast aus der Region eines jungen Blattes, wo die Spaltöffnungen das Entwicklungsstadium *b* erreicht haben.
- „ 20. Id. *a* Stück einer entsprechenden Reihe, dem Entwicklungsstadium der darunter stehenden Spaltöffnung *b* entsprechend.

Tafel VIII.

Trichome.

- Figur 1. *Nardus stricta*. U.-S. Winkelhaar von aussen. *a* Basalzelle, *b* Endzelle mit solider Spitze. 425/1.
- „ 2. Id. U.-S. Dasselbe. Das obere Ende der Basalzelle bildet einen soliden, gegen das Zellumen hin mit einer knopfförmigen Anschwellung endenden Zapfen. 425/1.
- „ 3. *Bambusa verticillata*. U.-S. Längsschnitt durch die Epidermis über Parenchym. Dem Winkelhaar (mit apical verdickter Basalzelle) liegt hinten eine Korkkurzzelle an. 425/1.
- „ 4. *Zea Mays*. Winkelhaar eines Streifens über Parenchym von aussen. Basalzelle inhaltsverkieselt, am Grunde stark verbreitert.
- „ 4a. Id. Winkelhaar eines Blasen Zellstreifens mit ungewöhnlich langer Endzelle.
- „ 5. Id. Winkelhaarfuss im Längsschnitt.
- „ 6. *Tripsacum dactyloides*. O.-S. Längsschnitt eines zwischen Blasen Zellen steckenden Winkelhaars. 380/1.
- „ 7. *Polytoca bracteata*. Winkelhaar eines Streifens über Parenchym im Längsschnitt. 660/1.
- „ 8. *Pappophorum Arechavaletae*. Stachelhaarförmiges Winkelhaar von der Längsseite. 380/1.
- „ 9. *Zoysia pungens*. H.-B. O.-S. Stachelhaarförmiges Winkelhaar von aussen, über Bast. 380/1.
- „ 10. *Latipes senegalensis*. Keulenförmiges Winkelhaar von aussen. 380/1.
- „ 11. *Lygeum Spartum*. O.-S. Dasselbe. 380/1.
- „ 12—15. *Nardus stricta*. Entwicklungsgeschichte der Winkelhaare. Figur 12 erste Anlagen im Längsschnitt, Figur 13 dasselbe von aussen, Figur 14 weiter entwickelte, aber noch einzellige Winkelhaare, Figur 15 ebensolche zweizellig geworden. 380/1.
- „ 16. *Tricholaena rosea*. O.-S. *a—d* Übergangsformen von der Korkkurzzelle zum Winkelhaar, in derselben Zellreihe eines ausgewachsenen Blattes beobachtet, in *c* mit einer Kieselkurzzelle gepaart. 760/1.
- „ 17. *Zea Mays*. Eine Gruppe Randstachelhaare von der Längsseite.
- „ 18. Id. Oberes Ende eines Randstachelhaars mit homogener, stark glänzender, äusserster Spitze.
- „ 19. *Bambusa verticillata*. U.-S. Stachelhärschen der Streifen über Parenchym, *a* im Längsschnitt, *b* von aussen. 425/1.
- „ 20. *Tripsacum dactyloides*. Stachelhärschen zwischen Blasen Zellen, im Längsschnitt. 380/1.
- „ 21. *Anthoxanthum Puelii*. O.-S. Stück einer Reihe über Bast, im Längsschnitt. Zwischen den zum kleineren Teil verkehrt gerichteten Stachelhaaren liegen lauter inhaltsverkieselte Epidermiszellen. 104/1.
- „ 22. *Ammophila arundinacea*. O.-S. Kurzes, abstehendes Borstenhaar im Querschnitt.
- „ 23. *Haynaldia villosa*. Borstenhaar.

- Figur 24. *Bambusa verticillata*. U.-S. Borstenhaar über Bast, *a* von der Längsseite (Basis), *b* von oben. 425/1.
- „ 25. *Leptaspis conchifera*. Haare über Bast, durch Macerieren isoliert. Spitze sanft geschweift bis deutlich hackenförmig. 380/1.
- „ 26. Id. Dasselbe in situ, seitlich und hinten an bastförmige Epidermiszellen (*be*), vorn an eine Kurzzellreihe grenzend. 380/1.
- „ 27. *Calamagrostis phragmitoides*. U.-S. In der Figur sind die Stachelhaare der Streifen über Bast alle normal, diejenigen des Streifens über Parenchym zu 30 % verkehrt gerichtet. 104/1.
- „ 28. *Tripsacum dactyloides*. Basis eines Polsterhaars samt Polster, von aussen. Blasen Zellstreifen. 360/1.
- „ 29. *Glyceria fluitans*. O.-S. Epidermis über Parenchym (Prismenböschung). Jede Zelle trägt vorn eine Papille *p*. Die einfache, discontinuierliche Schicht der assimilierenden Zellen durchschimmernd gezeichnet. 140/1.
- „ 30. *Nardus stricta*. O.-S. Epidermis über Parenchym im Längsschnitt. (Vergl. Tafel I.) 425/1.
- „ 31. Id. O.-S. Dasselbe über Bast. Tüpfel in den Papillen! 425/1.
- „ 32. *Glyceria fluitans*. O.-S. Epidermis über Bast (Prismenscheitel), *a* von aussen, *b* im Längsschnitt. 265/1.
- „ 33. *Luziola peruviana*. O.-S. Epidermis über Bast, mit Cuticularwärtchen. 380/1.
- „ 34. *Zizania palustris*. Blasen Zellen von aussen, mit Cuticularwärtchen.
- „ 35. *Festuca thalassica*. O.-S. Epidermis über Parenchym, *a* von aussen, *b* im Längsschnitt. Die Spaltöffnungen werden jeweils hinten von der anstossenden Langzelle überwölbt. 250/1.

Tafel IX.

Kieselkörper.

- Figur 1. *Olyra latifolia*. O.-S. Alle im Lumen verkieselten Zellen oder Zellgruppen besitzen dunklere Conturen als die übrigen Elemente. Die gelben Linien sind die Grenzen der (an dieser Stelle des Blattes) schmalen subepidermalen Bastbündel, bezeichnen also auch die Ränder der Streifen über Bast. Zwischen diesen Streifen und den Blasen Zellstreifen liegen die Streifen über Parenchym, durch die relativ grossen, quergestreckten Kieselkurzzellen gekennzeichnet. — Die Streifen über Bast bestehen aus Lang-, Kork- und Kieselkurzzellen, letztere meist kreuz-, selten (*h*) hantelförmig. Die Kurzzellen bilden meist gemischte Paare, seltener rücken sie zu kurzen, reinen Reihen zusammen (*r*) oder die Kieselkurzzellen treten isoliert auf (*ki*₃). — Die Streifen über Parenchym bestehen aus Langzellen, gemischten Kurzzellpaaren, isolierten (ganz selten gepaarten *ko*₄) Korkkurzzellen und spärlichen, auf bestimmte Reihen beschränkten Spaltöffnungen. 182/1.
- „ 2. *Saccharum aegyptiacum*. U.-S. Langzelle über Bast, teils sandig-porös, teils homogen inhaltsverkieselt. 380/1.
- „ 3. Id. U.-S. Dasselbe. 280/1.
- „ 3a. *Anthoxanthum Puelii*. U.-S. Zellen inhaltsverkieselt. 660/1.
- „ 4. *Spodiopogon sibiricus*. O.-S. Porös inhaltsverkieseltes Fusspolster eines Polsterhaars. 104/1.
- „ 5. *Isachne arundinacea*. Unvollständig verkieselte Kurzzellen vom Blattrand.
- „ 6. Id. U.-S. Gruppe im Lumen verkieselter Elemente; Lang-, Kork- und Kieselkurzzellen, Fuss einer Winkelhaarbasalzelle. 104/1.
- „ 7. *Leersia virginica*. Q.-S. Kieselkörper, *a* eines Stachelhaars, *b* von Bastzellen, *c* einer Langzelle.
- „ 8. Id. Inhaltsverkieselte Blasen Zelle, Cuticularwärtchen tragende Blasen Zelle von aussen. 380/1.
- „ 9. *Luziola peruviana*. Perspektivische Ansicht einer im Lumen verkieselten Blasen Zelle von der Querseite. Die beiderseits angrenzenden, nicht inhaltsverkieselten Zellen gleicher Art punktiert gezeichnet. 300/1.

- Figur 10. *Olyra latifolia*. Kieselskelett einer Partie eines Blasen Zellstreifens, intensiv geglüht; *A* im durchfallenden, *B* im auffallenden Licht. 104/1.
- „ 11. Id. Gruppe intensiv geglühter, inhaltsverkieselter Blasen Zellen von der Seite, *A* im durchfallenden, *B* im auffallenden Licht. 104/1.
- „ 12. Id. Blasen Zellen inhaltsverkieselt. *A* eine von innen, *B* mehrere von aussen. In *B* sind die Riefen der Innenfläche *ri* durchschimmernd, in *A* die Contur der Aussenseite punktiert. 660/1.
- „ 13. Id. Blasen Zelle, inhaltsverkieselt, durch Macerieren isoliert, von der Seite. 380/1.
- „ 13a. *Uniola latifolia*. Kieselkurzzellen des ersten Blattes einer 12 cm langen Keimpflanze, geglüht, im durchfallenden Licht glashell (*a*) oder bräunlich (*b*). 380/1.
- „ 14. *Olyra latifolia*. Langzellkieselkörper, in 50 procentigem Kali gekocht.
- „ 15. Id. Kieselkurzzellen über Parenchym (*a*) und Bast (*b—d*), nach mehrstündigem Liegen in 50 procentigem Kali.
- „ 16. *Anthraenantia lanata*. Kieselkurzzellen, senkrecht zur Papierebene bis zum Zerspringen gepresst.
- „ 17. *Olyra latifolia*. Bruchstück einer zersprengten, inhaltsverkieselten Blasen Zelle.
- „ 18. *Phalaris arundinacea*. *a* im Lumen verkieselte, *b* nicht verkieselte Assimilationszelle, *c* Bastzelle. 380/1.
- „ 19. *Leersia virginica*. Querschnitt durch inhaltsverkieselte Bastzellen und die angrenzende Epidermis. *a* Bruchstück der Kieselfüllung einer Bastzelle. 660/1.
- „ 20. *Nardus stricta*. Kieselskelette. Ausgüsse der Intercellularen des Assimilationsgewebes, am häufigsten in der Nähe der Spaltöffnungen. In *b* schimmert eine solche durch.
- „ 21. *Beckera nubica*. Randstachelhaare mit ins Lumen ragenden, warzigen Aufsätzen der Wandung, geglüht.
- „ 22. *Tricholaena rosea*. Querschnitt durch einen Blasen Zellstreifen, so wie er in Harzen erscheint. Die stärker verkieselten Membranpartien sind dunkler. 660/1.
- „ 23—30. Kieselkurzzellen mit regelmässig verteilten Bläschen.
- „ 23. *Pogonatherum crinitum*. *o* Oberseite, *u* Unterseite. 380/1.
- „ 24. *Tripsacum dactyloides*. Längsschnitt.
- „ 25. *Coix Lacryma*. Querschnitt.
- „ 26. *Polytoca bracteata*. Kieselkurzzelle von aussen, mit Spuren von Schichtung um die Bläschen.
- „ 27. *Tricholaena rosea*. H.-B. 380/1.
- „ 28. *Spodiopogon sibiricus*.
- „ 29. *Zea Mays*. U.-S. 380/1.
- „ 30. *Leersia hexandra*. O.-S. 660/1.

Tafel X.

Übersicht über sämtliche Elemente der Epidermis.

Alle Figuren sind 380mal vergrössert. Alle Lang-, Blasen- und Kurzzellen sind gleich orientiert: links und rechts liegen überall die Längskanten, oben und unten die Querkanten.

Langzellen:

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Nardus stricta</i> , U.-S., Parenchym. | 6. <i>Pogonatherum crinitum</i> , U.-S., Parenchym. |
| 2. „ „ „ Bast. Kurzzellfreie Reihe. | 7. <i>Bambusa verticillata</i> , Parenchym. |
| 3. <i>Festuca spadicea</i> , O.-S., Parenchym. | 8. <i>Oryza sativa</i> , Parenchym. |
| 4. <i>Phalaris arundinacea</i> , U.-S., Parenchym. Stomafreie Reihe. | 9. „ „ U.-S., Parenchym. Stomafreies Mittelfeld. |
| 5. <i>Nardus stricta</i> , O.-S., Bast. | 10. <i>Luziola peruviana</i> , O.-S., Bast. |

11. *Hygroryza aristata*, Parenchym.
 12. *Isachne arundinacea*, U.-S., Parenchym. Stoma-
 freies Mittelfeld.
 13. *Leptaspis conchifera*, U.-S., Parenchym.

- 13a. *Sesleria coerulea*, Längsschnitt, U.-S.
 13b. " " " O.-S.
 13c. *Glyceria fluitans*, " "

Blasenzellen:

14. *Olyra latifolia*.
 15. *Aegopogon pusillus*.

16. *Oryza sativa*.

Kieselkurzzellen:

- Über Bast.
 17. *Zea Mays*.
 18. *Trachypogon ligulare*.
 19. *Tricholaena rosea*.
 20. *Zoysia pungens*.
 21. *Tragus racemosus*.
 22. *Isachne australis*.
 23. *Hygroryza aristata*.
 24. *Oryza sativa*.
 25. *Amphicarpum Purshii* (Blattrand).
 26. *Pogonatherum crinitum*.
 27. *Lygeum Spartum*.

28. *Schedonnardus texanus*.
 29. *Phleum Michelii*.
 30. *Phalaris arundinacea*.
 31. *Cornucopiae cucullatum*.

Über Assimilationsgewebe.

32. *Pectinaria ophiuroides*.
 33. *Zea Mays*.
 34. *Ichnanthus pallens*.
 35. *Olyra latifolia*.
 36. *Aegopogon pusillus*.
 37. *Hygroryza aristata*.

Korkkurzzellen:

38. *Zizaniopsis Arechavaletae*, Bast.
 39. *Zoysia pungens*, Bast.
 40. *Sesleria coerulea*, U.-S., Parenchym.
 41. *Pectinaria ophiuroides*, Parenchym.
 42. *Eriochloa annulata*, Parenchym.

43. *Saccharum aegyptiacum*, Mittelnerv, Bastband.
 44. *Tragus racemosus*, Bast.
 45. *Hierochloa alpina*, Bast.
 46. *Oryza sativa*, Zwischenzelle.

Trichome:

- Winkelhaare.
 47. *Tripsacum dactyloides*.
 48. *Nardus stricta*.
 49. *Lygeum Spartum*.
 50a. *Zoysia pungens*, Flächenansicht.
 b. *Pappophorum Arechavaletae*, Seitenansicht.
 51. *Glyceria fluitans*, O.-S., Prismenköpfe. Stachel-
 haarförmige Papillenzelle.
 51a. *Andropogon foveolatus*. (Copie nach VOLKENS.
 Vergrössert.)

53. *Bambusa verticillata*, Parenchym, U.-S.
 54. *Anthoxanthum Puelii*, Bast.
 55. *Eriachne Ecklonii*.
 56. *Leptaspis conchifera*.
 56a. *Tragus racemosus*.

Borstenhaare.

57. *Haynaldia villosa*.
 58. *Tripsacum dactyloides*.

Weichhaare.

- Stachelhaare.
 52a. *Trachypogon ligulare*, Bast, Blattfläche.
 b. " " Blattrand.

59. *Elionurus candidus*.

Register

zu Seite 1—86 und 92—95 (Arten mit charakteristischen Merkmalen).

- | | | |
|--|---|--|
| <p><i>Achneria</i> (= <i>Eriachne</i>) 74.
 <i>Aegopogon pusillus</i> 23, 34, 35, 48, 56, 70, 73, 79, 80, 92.
 <i>Aeluropus littoralis</i> 47, 57.
 <i>Agropyrum repens</i> 64.
 <i>Agrostideae</i> 45, 65.
 <i>Agrostis vulgaris</i> 45, 46, 74.
 <i>Alopecurus pratensis</i> 64.
 <i>Ammochloa pungens</i> 67.
 <i>Ampelodesmos tenax</i> 30, 52, 67.
 <i>Amphicarpum Purshii</i> 24, 27, 30, 35, 46, 55, 57, 64, 73, 76, 80, 93.
 <i>Andropogon foveolatus</i> 5 (T. X, 51a).
 " <i>Gryllus</i> 30, 39, 48, 55, 58, 64, 65, 79, 80.
 " <i>Ischaemum</i> 30, 65, 79, 80, 82.
 <i>Andropogoneae</i> 5, 10, 41, 65.
 <i>Anthraenantia lanata</i> 24, 25, 27, 39, 50, 54, 56, 57, 62, 63, 73, 84, 85, 93.
 <i>Antheophora elegans</i> 33, 56, 58, 72, 73, 80.
 <i>Anthoxanthum Puelii</i> 63, 76, 79.
 <i>Antinoria agrostidea</i> 45.
 <i>Apluda aristata</i> 33, 41, 50, 52, 84.
 <i>Aristida ciliata</i> 9.
 " <i>congesta</i> 30, 39, 59, 67, 74.
 " <i>pungens</i> 7, 57.
 <i>Arrhenatherum elatius</i> 74.
 <i>Arthraxon lanceolatus</i> 33, 50, 58, 80, 84.
 <i>Arthrostylidium</i> 41, 58.
 <i>Arundinaria macrosperma</i> 74.
 <i>Arundinella anomala</i> 42, 48, 55, 62, 65, 77, 79, 80.
 " <i>avenacea</i> 46, 65, 80, 84, 93.</p> | <p><i>Arundo Donax</i> 1.
 <i>Avellinia macilenta</i> 36.
 <i>Avena orientalis</i> 5.
 " <i>pratensis</i> 45, 74, 77.
 " <i>sterilis</i> 13.
 <i>Aveneae</i> 45, 65.
 <i>Bambusa gracilis</i> 59, 65, 95.
 " <i>Metake</i> 65.
 " <i>nigra</i> 74.
 <i>Bambuseae</i> 42, 65, 81.
 <i>Beckera nubica</i> 26, 57, 60—62, 76, 79, 80, 93.
 <i>Bonia tonkinensis</i> 41.
 <i>Bouteloua multiseta</i> 70, 74, 80.
 <i>Brachyelytrum aristatum</i> 57, 59.
 <i>Brachypodium silvaticum</i> 66.
 <i>Briza elegans</i> 74.
 <i>Bromus Schraderi</i> 5.
 " <i>erectus</i> 58.
 <i>Buchloe dactyloides</i> 41, 66.
 <i>Calamagrostis lanceolata</i> 74.
 <i>Catapodium loliaceum</i> 44, 47.
 <i>Cenchrus tribuloides</i> 26, 27, 35, 38, 39, 55, 57, 60, 76.
 <i>Centotheca lappacea</i> 35, 39, 40, 57.
 <i>Chamaeraphis spinescens</i> 26, 56, 58, 62, 63, 80, 82, 84.
 <i>Chaeturus fasciculatus</i> 95.
 <i>Chlorideae</i> 5, 42, 65, 73.
 <i>Chloris petraea</i> 41, 57, 70, 74.
 <i>Chusquea pinifolia</i> 41, 57, 74.
 <i>Coix Lacryma</i> 3, 31, 33, 40, 48, 55, 58, 60, 79, 80.</p> | <p><i>Coleanthus subtilis</i> 95.
 <i>Colpodium altaicum</i> 95.
 <i>Cornucopiae cucullatum</i> 45.
 <i>Corynephorus canescens</i> 66, 77.
 <i>Ctenium cirrhosum</i> 59, 74.
 <i>Cynodon Dactylon</i> 1, 10, 57, 66, 70, 75, 80.
 <i>Cynosurus echinatus</i> 35, 45.
 <i>Dactylis glomerata</i> 1, 8, 74.
 <i>Dactyloctenium mucronatum</i> 41, 42, 80.
 <i>Danthonia provincialis</i> 58, 75.
 <i>Diarrhena japonica</i> 40.
 <i>Dichelachne stipoides</i> 51.
 <i>Digitaria sanguinalis</i> 26, 40, 56—58, 61, 72, 73, 77, 79, 80, 84, 85.
 <i>Dimeria ornithopoda</i> 39, 56, 63, 76, 79, 80, 82, 84.
 <i>Dinebra arabica</i> 59.
 <i>Distichlis distichophylla</i> 11, 12, 58, 66.
 <i>Echinaria capitata</i> 58.
 <i>Echinopogon ovatus</i> 66.
 <i>Ehrharta Microlaena</i> 34, 59, 65, 73, 84, 85, 86.
 " <i>panicea</i> 35, 55, 57, 62, 65, 72, 85.
 <i>Eleusine oligostachya</i> 41, 42.
 <i>Elionurus candidus</i> 24, 39, 56, 58, 62, 63, 72, 81, 82, 84.
 <i>Elymus arenarius</i> 52, 65, 77.
 " <i>giganteus</i> 65, 74.
 <i>Eragrostis bahiensis</i> 42, 58, 74.
 <i>Eremochloa</i> (= <i>Pectinaria</i>) 50.
 <i>Eriachne chinensis</i> 43, 47, 74, 80, 94.
 " <i>Ecklonii</i> 74.</p> |
|--|---|--|

- Erianthus japonicus* 27, 50, 52, 54, 56—58, 60, 61, 77, 80, 82.
 „ *Ravennae* 3, 4.
Eriochloa annulata 39, 50, 56—58, 61—63.
Euchlaena mexicana 60, 79, 80.
Eulalia japonica 3.
Festuca 6.
Festuca arundinacea 5, 65.
 „ *punctoria* 45, 48, 52, 55, 61, 65, 94.
 „ *silvatica* 65, 74.
 „ *spadicea* 32, 43, 52, 54, 56, 63, 65, 74.
 „ *thalassica* 33, 65, 67, 74, 82, 83, 94, 95.
Festuceae 45, 65.
Garnotia adscendens 74, 77, 80, 95.
Gastridium lendigerum 45, 52.
Glyceria aquatica 1.
 „ *fluitans* 1, 7, 13, 66, 75, 81, 82, 94.
Gramineae 11, 65, 66, 68.
Gynerium argenteum 40, 59.
Harpechloa capensis 57.
Haynaldia villosa 58, 75.
Hierochloa alpina 23—26, 33, 49, 50, 56, 63, 65, 84, 94, 95.
 „ *borealis* 8, 65, 73, 74.
Holcus lanatus 8.
Hordeae 45, 65.
Hordeum jubatum 65.
 „ *maritimum* 65.
 „ *vulgare* 5, 75.
Hygroryza aristata 33, 37, 43, 48, 51, 54, 64, 67, 78, 82, 94.
Ichnanthus pallens 24, 37, 39, 48, 52, 55, 56, 59, 62, 63, 78, 80, 84, 93.
Imperata cylindrica 39, 55, 60.
Isachne arundinacea 18, 23, 24, 28—31, 36, 37, 43, 54, 56, 57, 62, 63, 65, 73, 77, 82, 84, 93.
 „ *australis* 46, 65, 93.
Ischaemum petiolare 30, 57, 59, 61, 80, 82.
Iseilema Weightii 30, 40, 56—58, 73, 82, 83.
Juncus squarrosus 69.
Koeleria cristata 78.
Lamarckia aurea 57.
Latipes senegalensis 58, 70, 73, 79.
Leersia (virginica et hexandra) 27, 34, 43, 57, 60, 64, 65, 82.
 „ *hexandra* 28, 29, 67, 73.
 „ *oryzoides* 4—6.
 „ *virginica* 17, 51, 79.
Leptaspis conchifera 18, 27, 30, 32, 33, 40, 43, 49, 55, 56, 59, 76, 78, 93.
Lolium italicum 5, 58, 74.
Lophatherum gracile 48, 80.
Luziola peruviana 43, 48, 57, 58, 82, 94.
Luzula lutea et spadicea 69.
Lygeum Spartum 43, 44, 45, 50, 55, 70, 72, 76, 82, 94.
Manisuris granularis 52, 54, 55, 58, 60, 62, 80.
Maydeae 10, 39, 41, 55, 60, 62, 65.
Melanocenchris plumosa 70, 74.
Melinis minutiflora 80.
Merostachys Kunthiana 74, 94, 95.
Mibora verna 63, 64, 95.
Microchloa setacea 41, 42.
Molinia coerulea 59, 66, 94.
Muehlenbergia mexicana 30.
Nardurus Lachenalii 51.
Nardus stricta 13, 20, 23—27, 32, 33—35, 44, 45, 49, 53, 55, 57, 64, 66, 70, 71, 73, 75, 79, 81, 82, 84, 85.
Olyra latifolia 23, 26, 28, 30, 35, 39, 48, 55, 56, 58, 62, 63, 65, 72, 73, 77, 82, 84, 85, 93.
 „ *micrantha* 35, 37, 39, 65, 72, 73, 80, 82, 85.
Oplismenus undulatifolius 35, 52, 59, 61, 62, 73, 78, 79, 80, 84.
Oropetium Thomaеum 42, 57, 75, 80, 95.
Oryza sativa 6, 12, 17, 27, 34, 35, 43, 51, 54, 55, 57, 62, 64, 67, 72, 73, 82, 84.
Oryzae 42, 43, 65, 67, 81, 82.
Panicaceae 5, 10, 26, 41, 65.
Panicum cruciforme 26, 27, 58, 79, 80.
 „ *Crusgalli* 1.
 „ *miliaceum* 5.
 „ *turgidum* 3.
Pappophorum Arechavaletae 20, 42, 70, 74, 80, 94.
Pectinaria ophiuroides 50, 57, 58, 73.
Pennisetum villosum 26, 60, 79.
Pentapogon Billardieri 75.
Perotis latifolia 30, 40, 57, 58, 62, 80.
Phalarideae 45, 65.
Phalaris arundinacea 5, 27, 33, 35—37, 57, 60.
 „ *canariensis* 5.
 „ *minor* 12, 13.
Pharus scaber 18, 30, 32, 33, 40, 43, 49, 52, 55, 59, 64, 76, 78, 82, 93.
Phippsia algida 63, 64, 78, 95.
Phleum Michellii 18, 47, 74, 94.
Phragmites communis 1, 11, 66, 75, 81, 94.
Phyllostachys nigra 55, 57.
Piptochaetium bicolor 57.
Pleuropogon 11.
Poa pratensis 23.
Podophorus bromoides 58.
Pogonatherum crinitum 21, 23, 28, 29, 37, 46, 50, 56, 62, 63, 72, 73, 82—84, 92.
Polytoca bracteata 39, 40, 48 52, 53, 56, 58, 63, 64, 79.
Psamma arenaria 1.
Reimaria purpurascens 27, 30, 39, 40, 50, 58, 73, 76.
Rottboellia hirsuta 29, 55, 58, 60, 61, 73, 77, 80, 87.
Saccharum aegyptiacum 27, 50, 56, 59, 61—64, 72, 77, 79.
 „ *officinarum* 1—3.
Schedonnardus texanus 47.
Schismus marginatus 9, 80.
Schizostachyum Zollingeri 74.
Schmidtia quinquesecta 57, 59.
Schoenefeldia gracilis 42, 57, 74.
Scolochloa festucacea 58.
Secale cereale 5.
 „ *montanum* 8, 74.
Sesleria coerulea 13, 35, 50, 57, 64, 83, 84, 94.
Setaria germanica 5.
 „ *glauca* 1.
 „ *viridis* 26, 57, 58, 60, 64, 73, 79, 80.
Sorghum bicolor 3.
 „ *halapense* 1, 3.
Spartina cynosuroides 2.

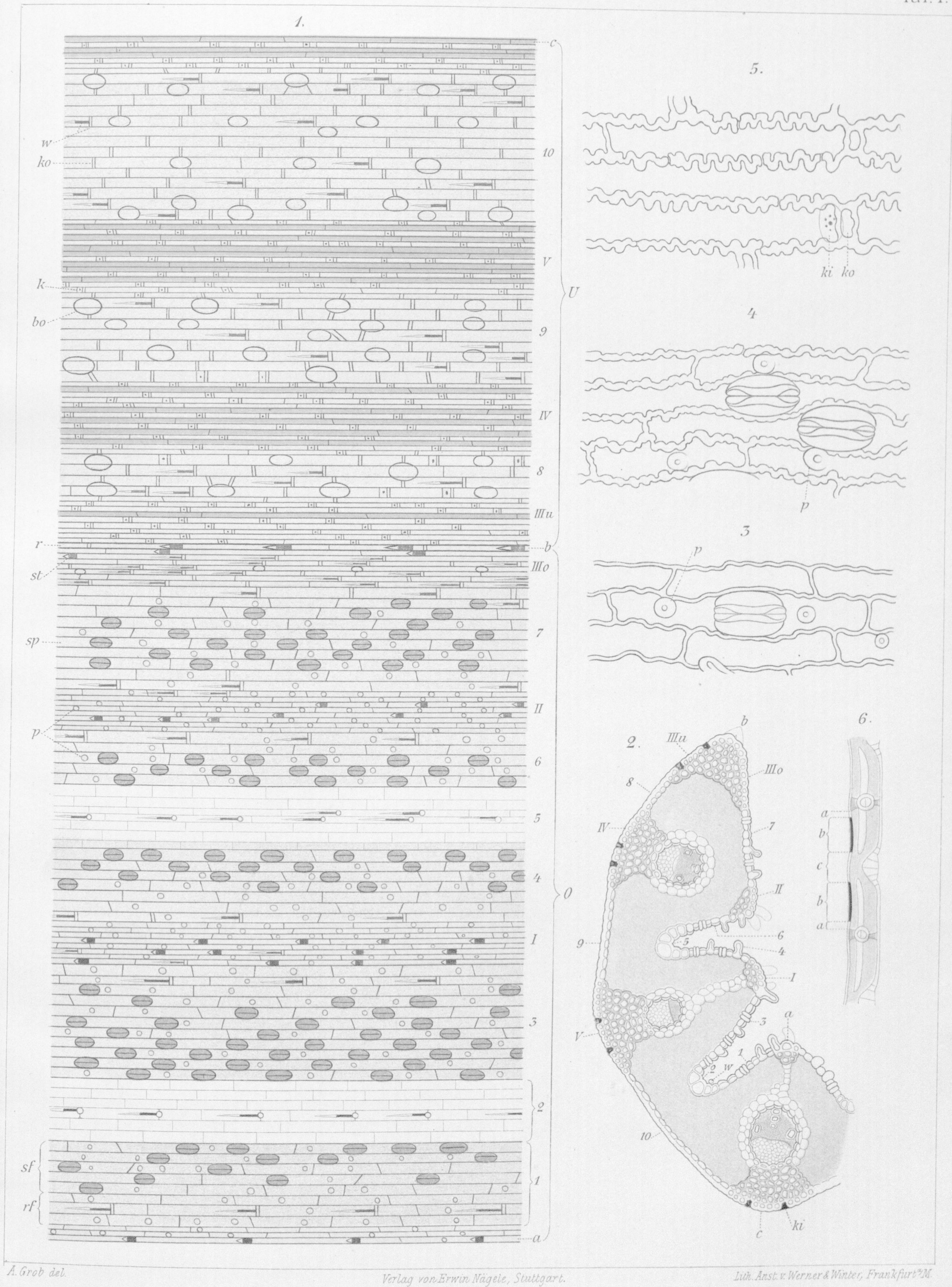
<i>Spartina juncea</i> 41, 48, 50, 55, 56, 58, 63, 67, 81, 94.	<i>Trachypogon ligulare</i> 35, 37, 40, 50, 57, 58, 82, 84.	<i>Triticum vulgare</i> 12.
„ <i>versicolor</i> 1.	<i>Tragus racemosus</i> 5, 41, 42, 51, 55, 57, 62, 64, 70, 73, 79, 82, 92.	<i>Uniola latifolia</i> 11—13, 37, 55, 59, 69, 75.
<i>Spinifex hirsutus</i> 26, 27, 58, 67, 72, 79, 80.	<i>Tricholaena rosea</i> 27, 37, 50, 59, 62—64, 71, 72, 77, 79, 80, 85, 93.	<i>Ventenata avenacea</i> 44.
<i>Spodiopogon sibiricus</i> 24, 27, 30, 50, 52, 54, 59, 60, 61, 73, 80, 82, 84.	<i>Triplachne nitens</i> 75.	<i>Willkommia annua</i> 70, 74, 80.
<i>Sporobolus pungens</i> 58, 67, 75, 80.	<i>Tripogon filiformis</i> 41, 47, 80.	<i>Zea Mays</i> 1, 27, 30, 33—35, 38, 39, 57, 61, 67, 70, 72, 73, 76, 77, 79, 80, 83.
<i>Stenotaphrum glabrum</i> 22, 26, 50, 55, 56, 62, 63, 82, 85, 93.	<i>Tripsacum dactyloides</i> 58, 80.	<i>Zizania aquatica</i> 34, 43, 48, 62, 64, 67, 72, 82.
<i>Stipa pennata</i> 58, 67, 74.	<i>Trisetum distichophyllum</i> 95.	<i>Zizaniopsis Arechavaletae</i> 18, 21, 27, 33, 43, 48, 55, 56, 58, 61, 63, 64, 82—84, 94.
„ <i>tortilis</i> 9.	<i>Tristachya chrysothrix</i> 39, 50, 57, 59, 74, 80.	<i>Zoysia pungens</i> 20, 23, 28, 41, 42, 51, 56, 58, 70, 72, 73, 82, 83, 92.
<i>Tetrachne Dreyeri</i> 58	<i>Tristegineae</i> 65.	<i>Zoysieae</i> 65, 73.
<i>Themeda gigantea</i> 27, 30, 50, 56, 61—63, 73, 82, 83, 85, 92.	<i>Triticum Spelta</i> 5.	

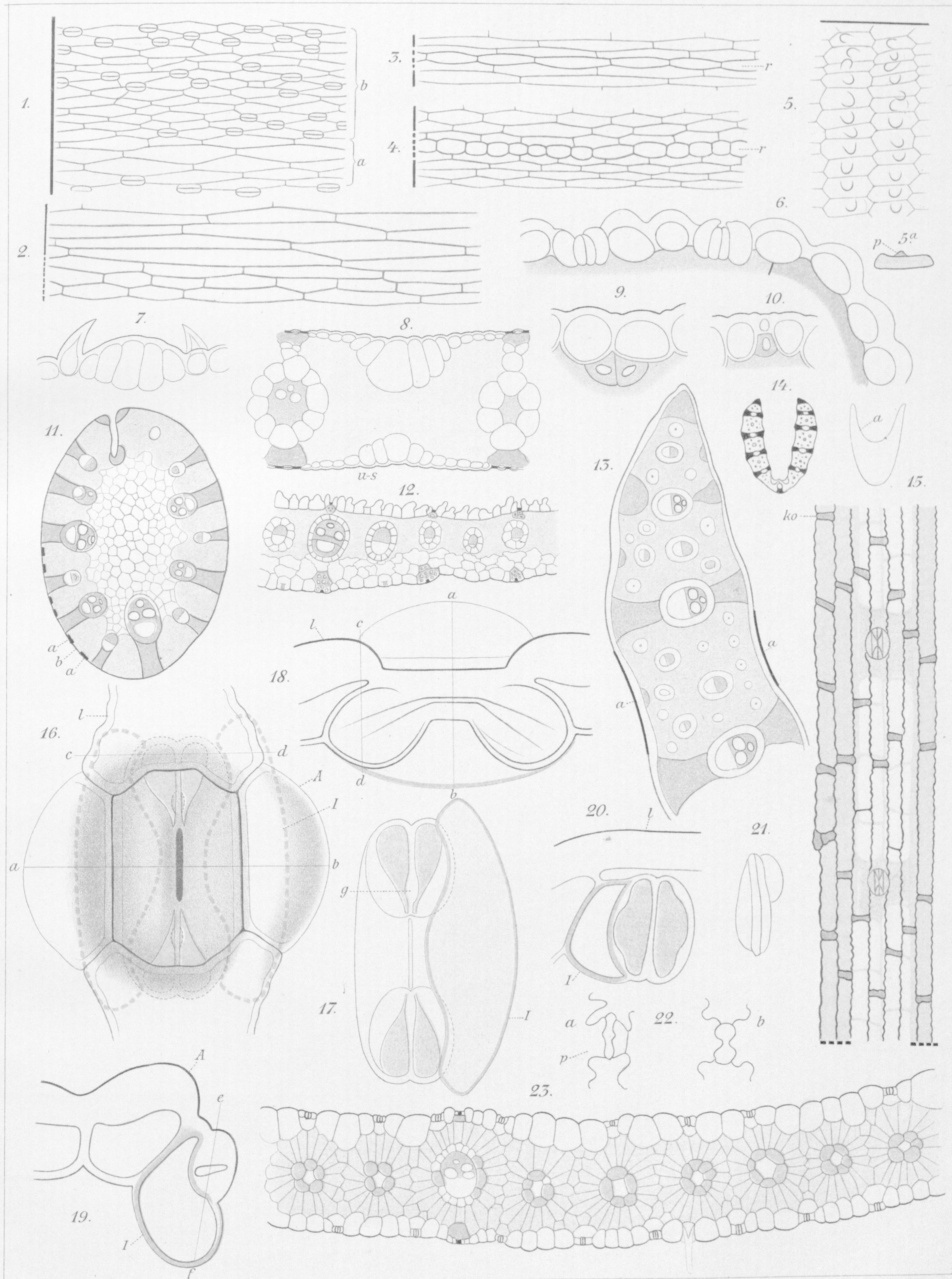
Druckfehler-Berichtigung.

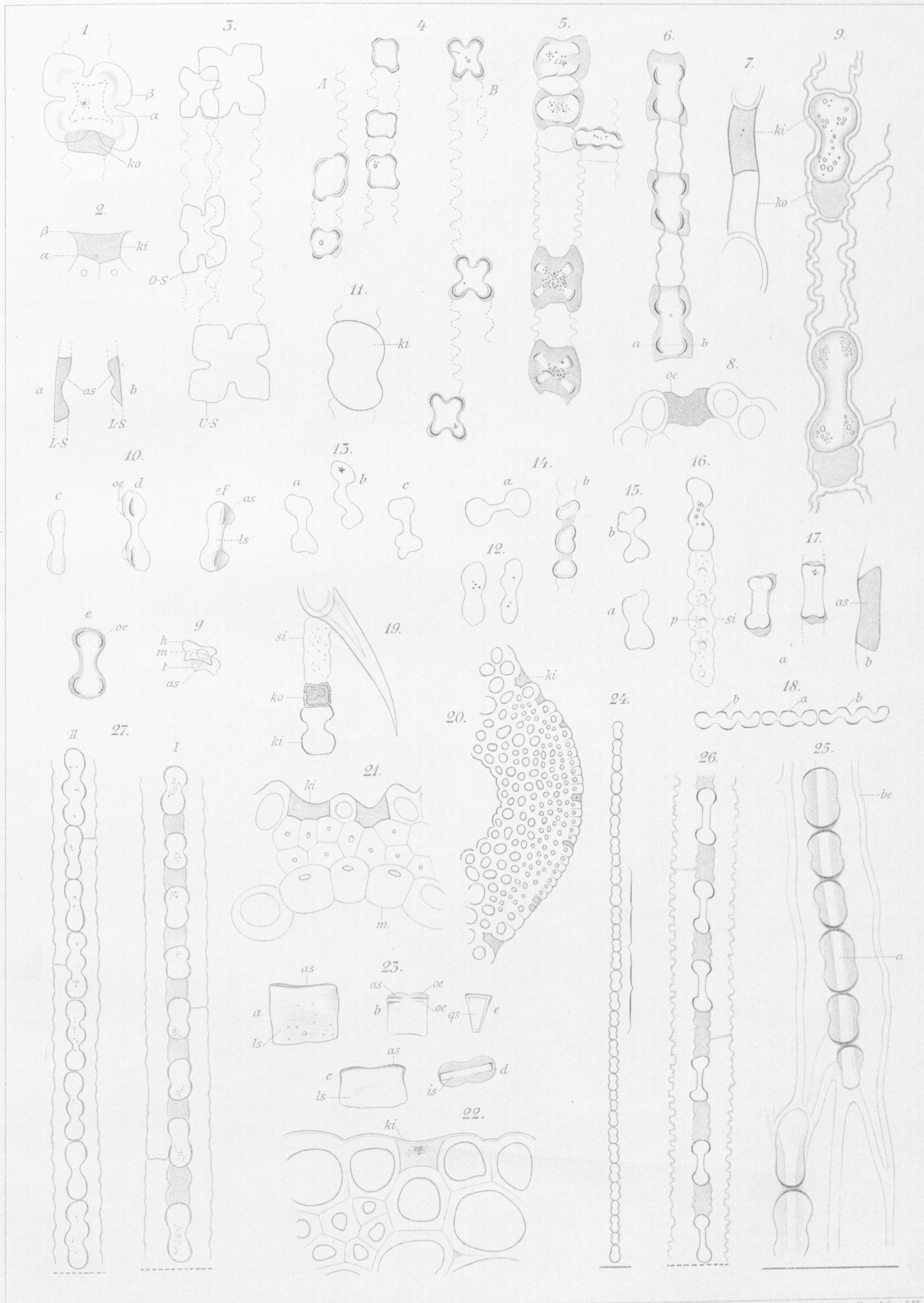
- S. 39, 40 und 48 lies *Polytoca* statt *Polytoea*.
 S. 14, 41, 42 und 45 lies *Tristegineen* statt *Trigestineen*.
 S. 45 lies *Antinoria* statt *Antimoria*.
 S. 29 u. ff. lies *Rottboellia* statt *Rotboellia*.
 S. 66 lies *Echinopogon ovatus* statt *E. australis*.

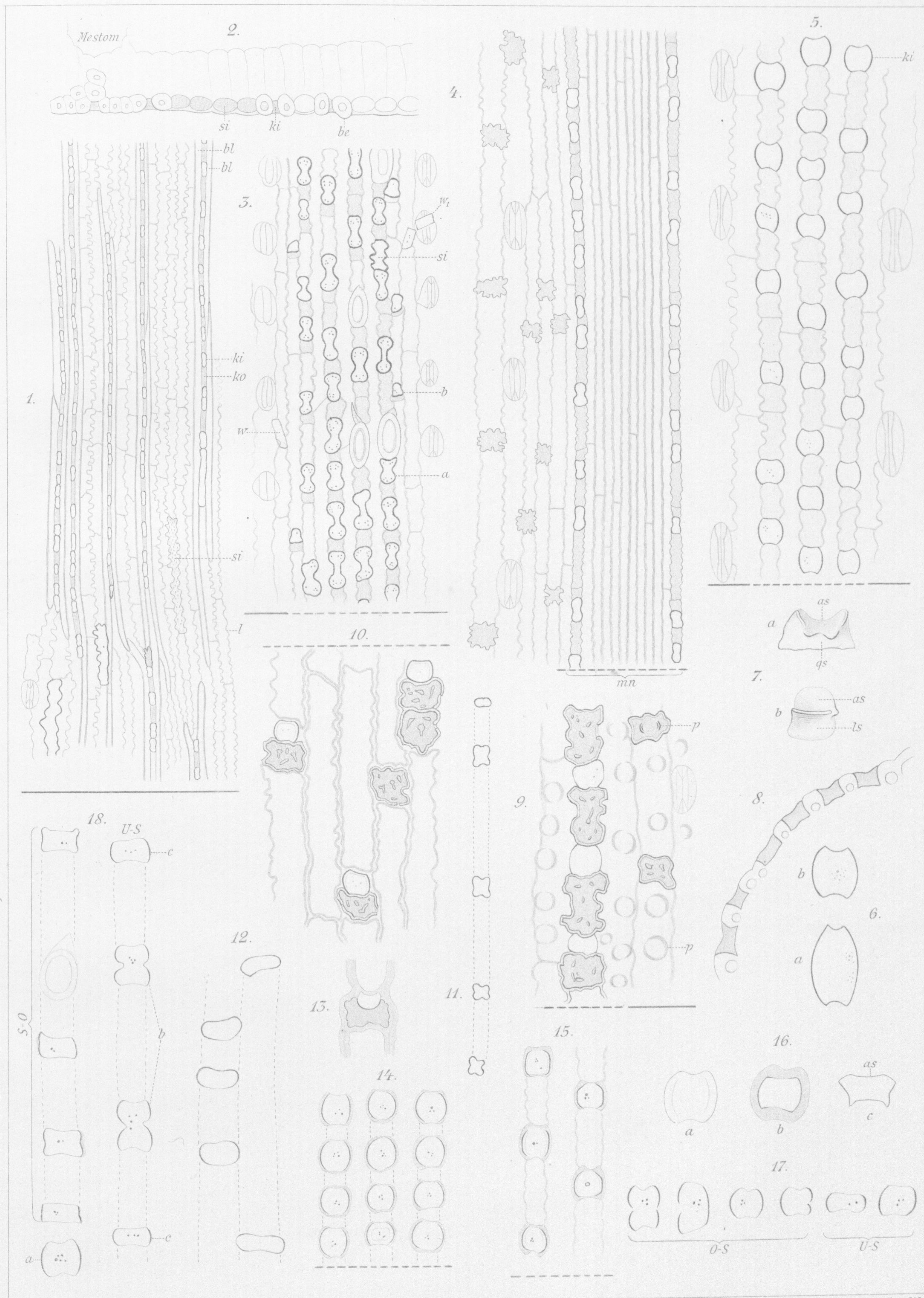
Inhaltsverzeichnis.

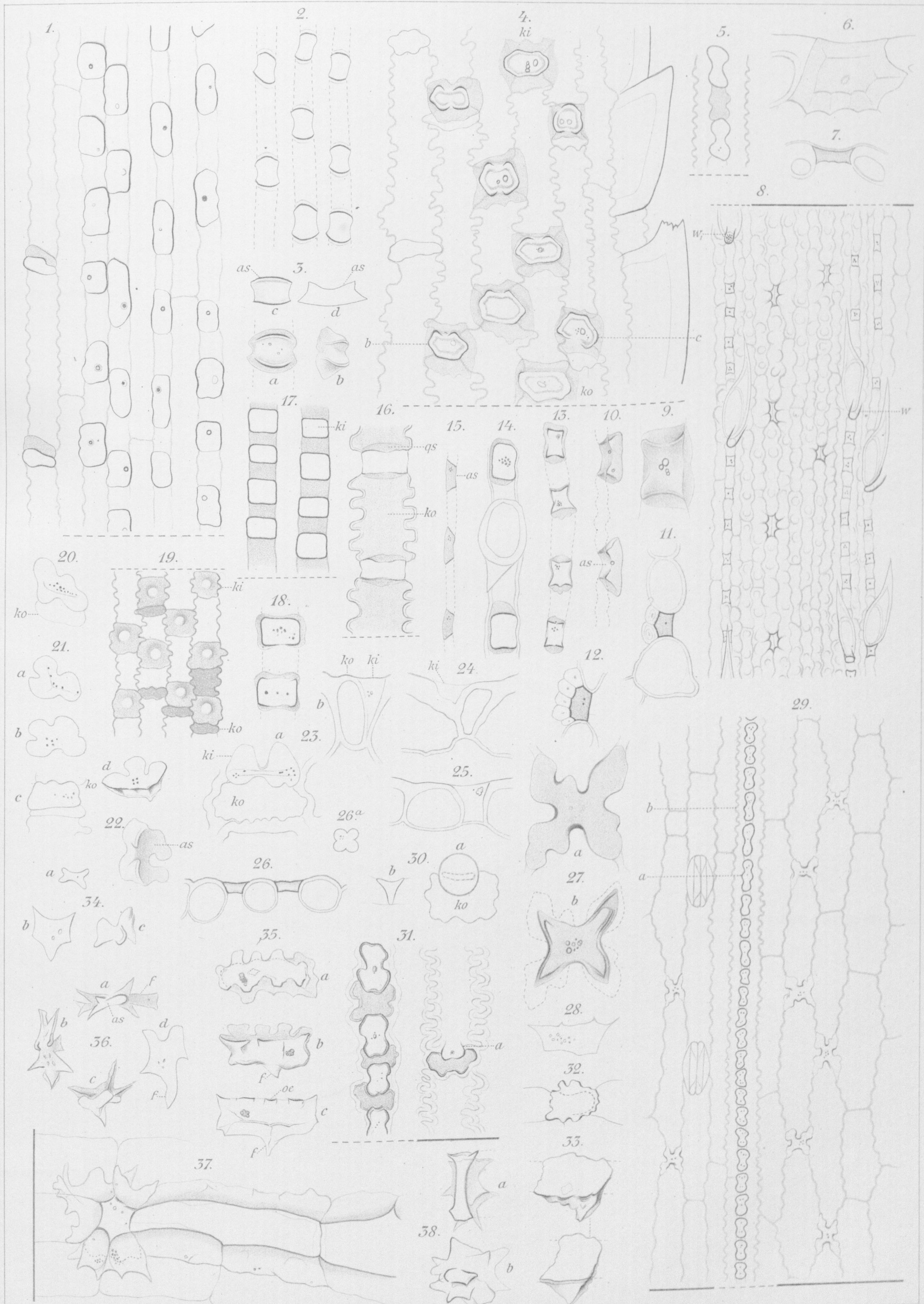
Allgemeiner Teil.	Seite
Historisches	1
Untersuchungsmethode	14
Übersicht über die Epidermis	17
Verkieselung	25
Specieller Teil.	
Langzellen	31
Blasenzellen	34
Kurzzellen.	
Morphologie.	
Kieselkurzzellen	36
Korkkurzzellen	49
Zwischenzellen	51
Topographie.	
Allgemeines	51
Übersicht über die Epidermisstreifen	55
Specielles über die Streifen über Bast auf der Blattfläche	57
" " " " " " am Mittelnerv	59
" " den Streifen über Bast am Blattrande	61
" " die Streifen über Parenchym	62
Grössenverhältnisse	63
Beziehungen der Kieselkurzzellen zum System und zu Klima und Standort	65
Vergleich der Kieselkurzzellen mit den Deck- und Kegelzellen	68
Winkelhaare.	
Morphologie	69
Topographie	72
Beziehungen zum System und zu Klima und Standort	73
Stachelhaare.	
Morphologie	76
Topographie	77
Borstenhaare	78
Weichhaare	81
Papillen und Cuticulategebilde	81
Spaltöffnungen	83
Bemerkungen über das Mesophyll	85
Resultate	87
Litteraturverzeichnis	98
Verzeichnis der untersuchten Arten	101
Figurenerklärung	108
Register	120
Tafeln I—X.	

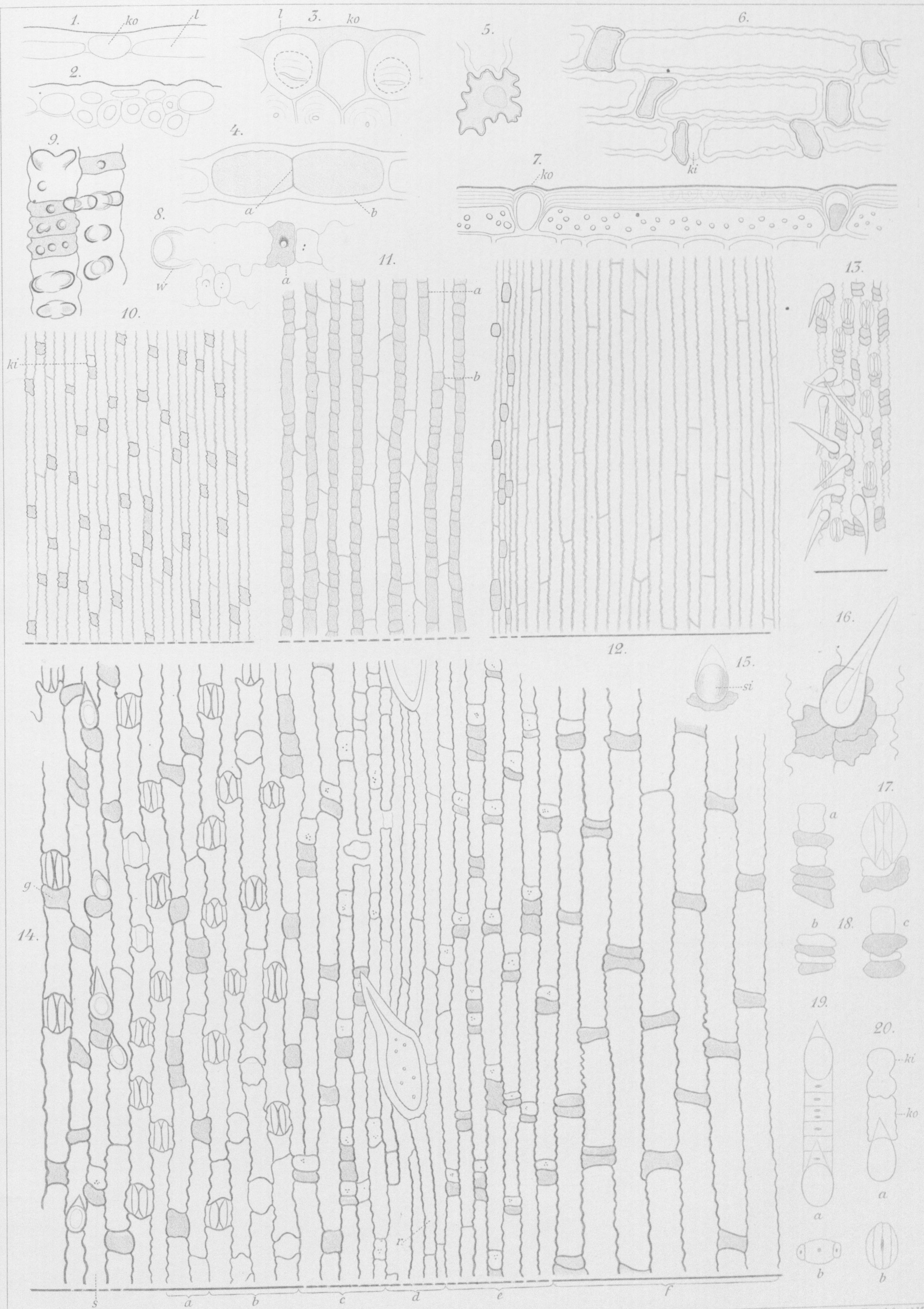


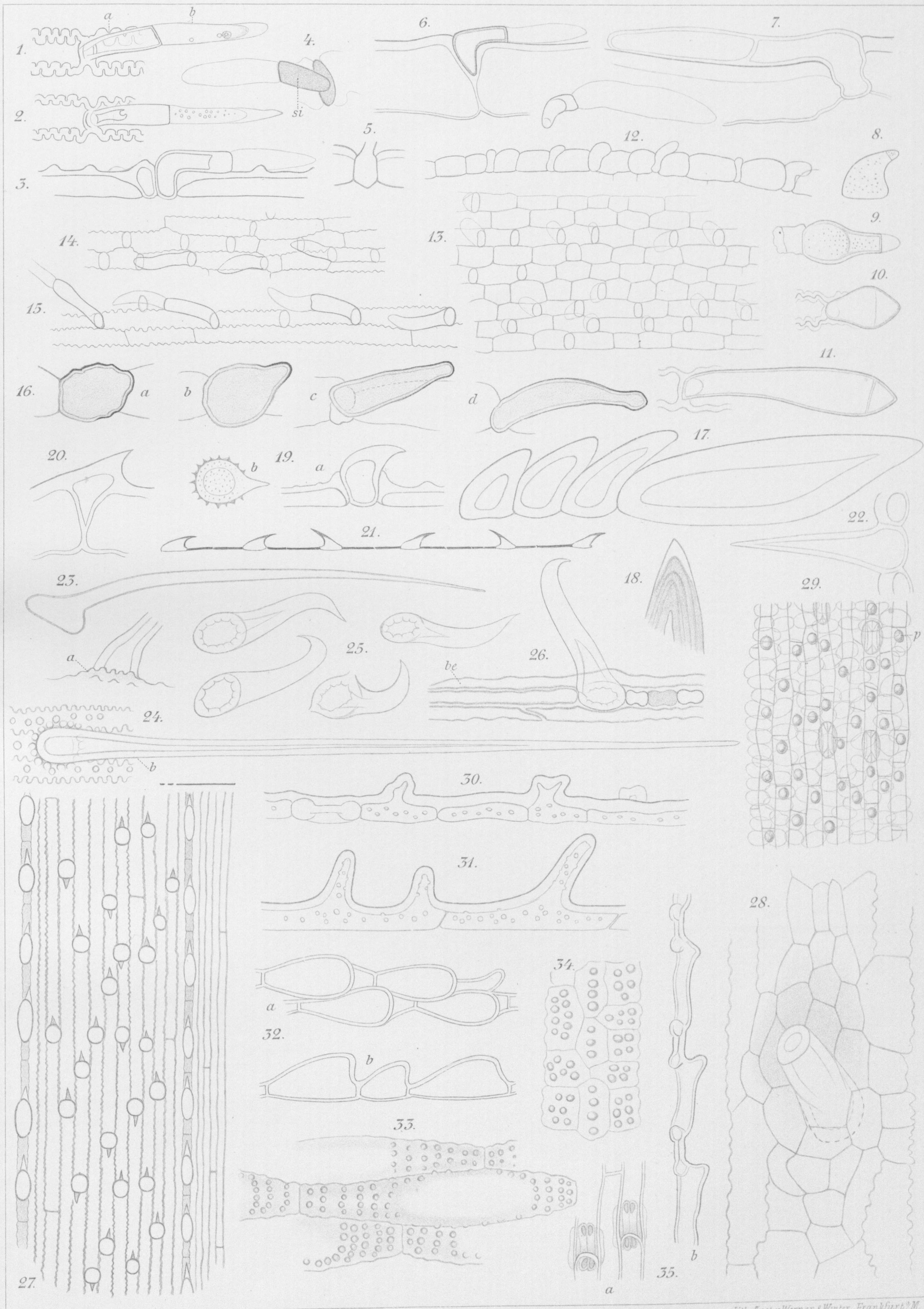


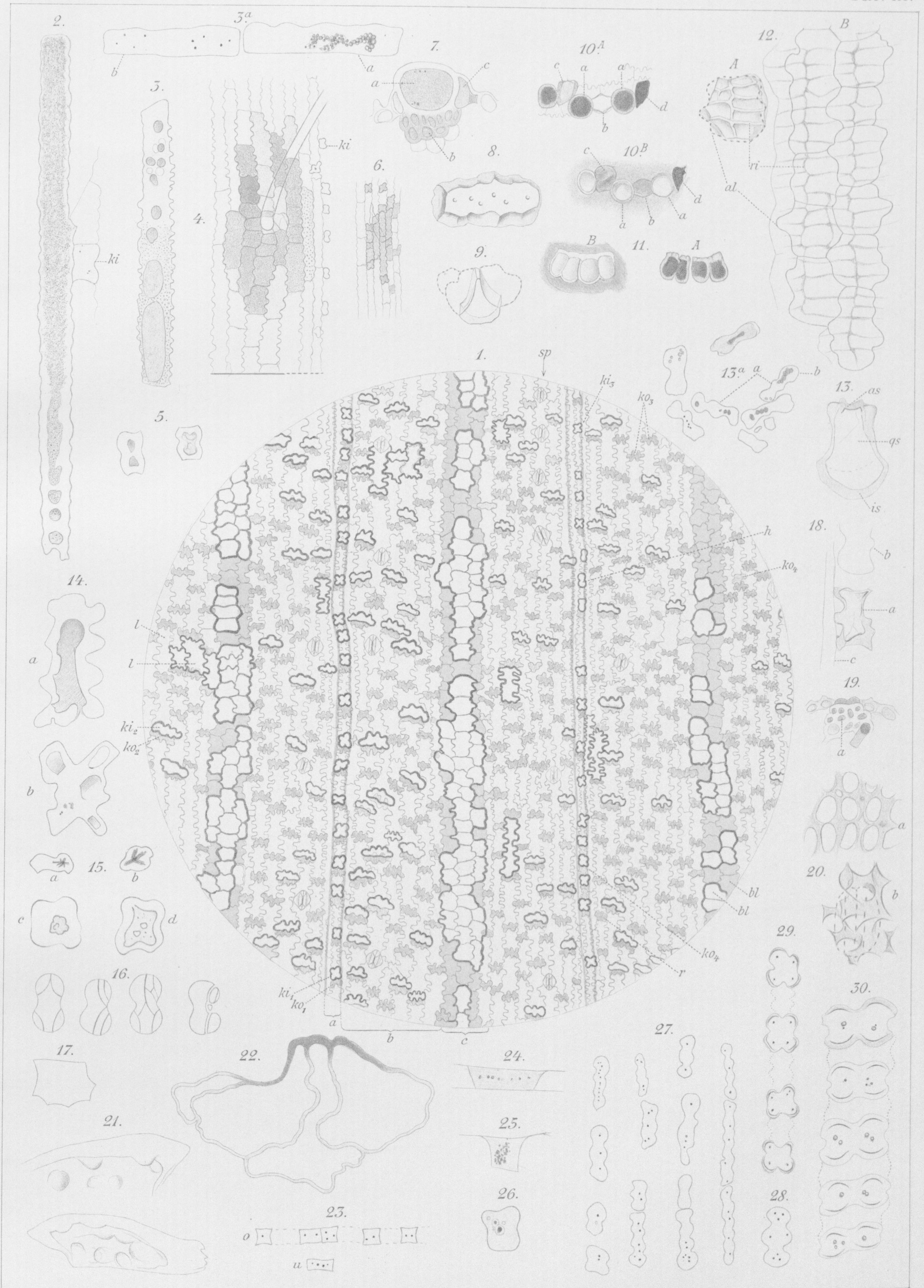


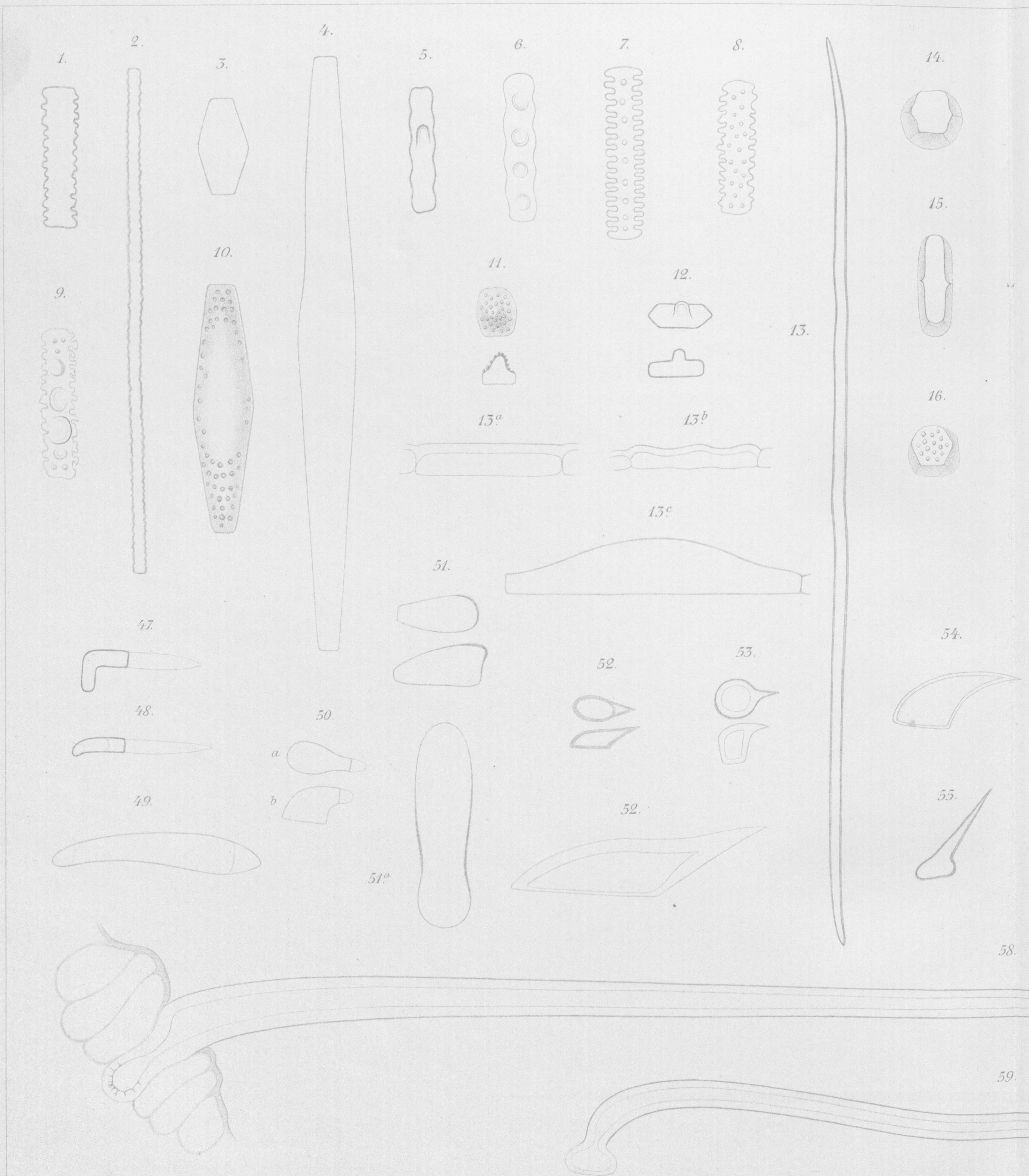


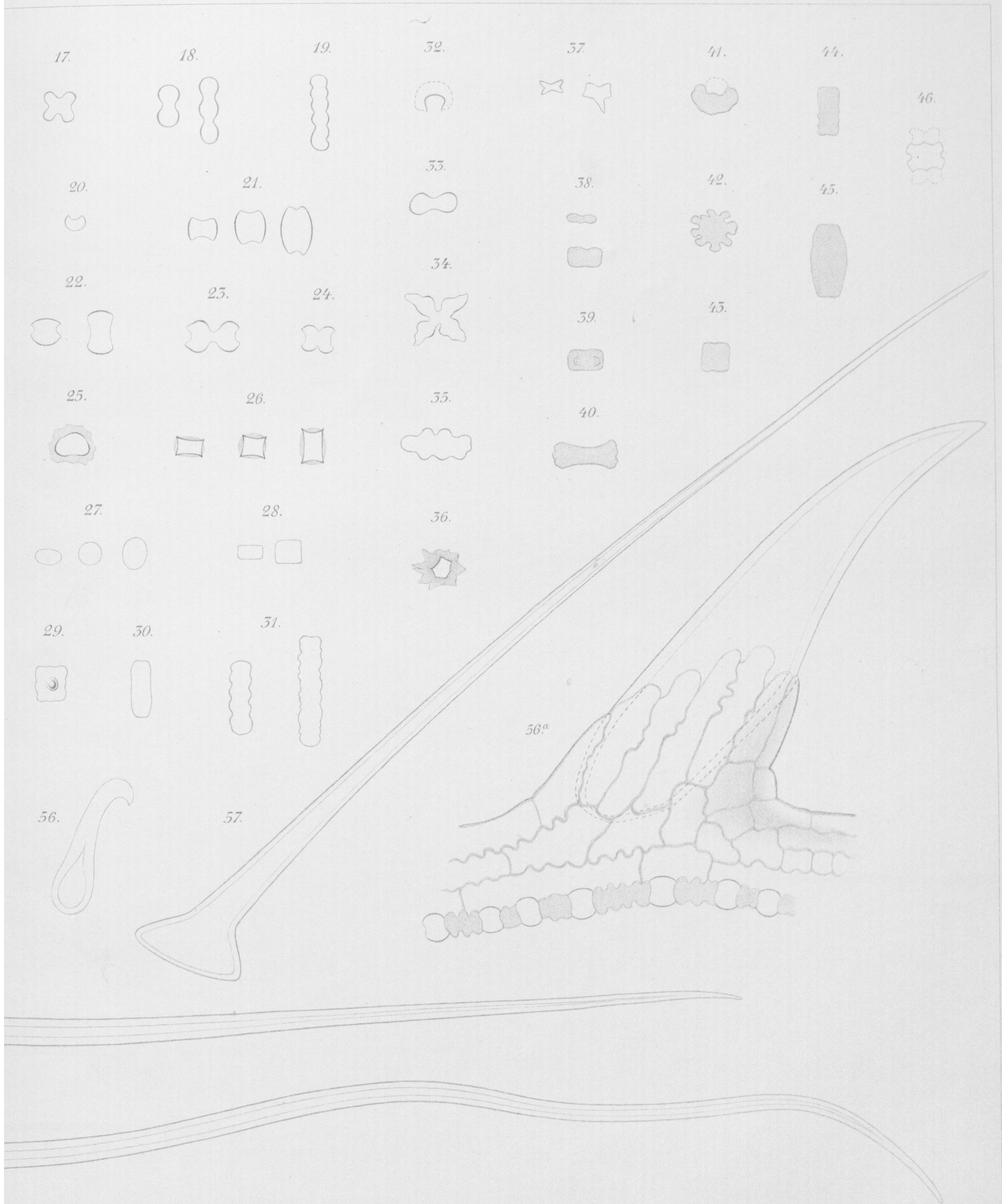


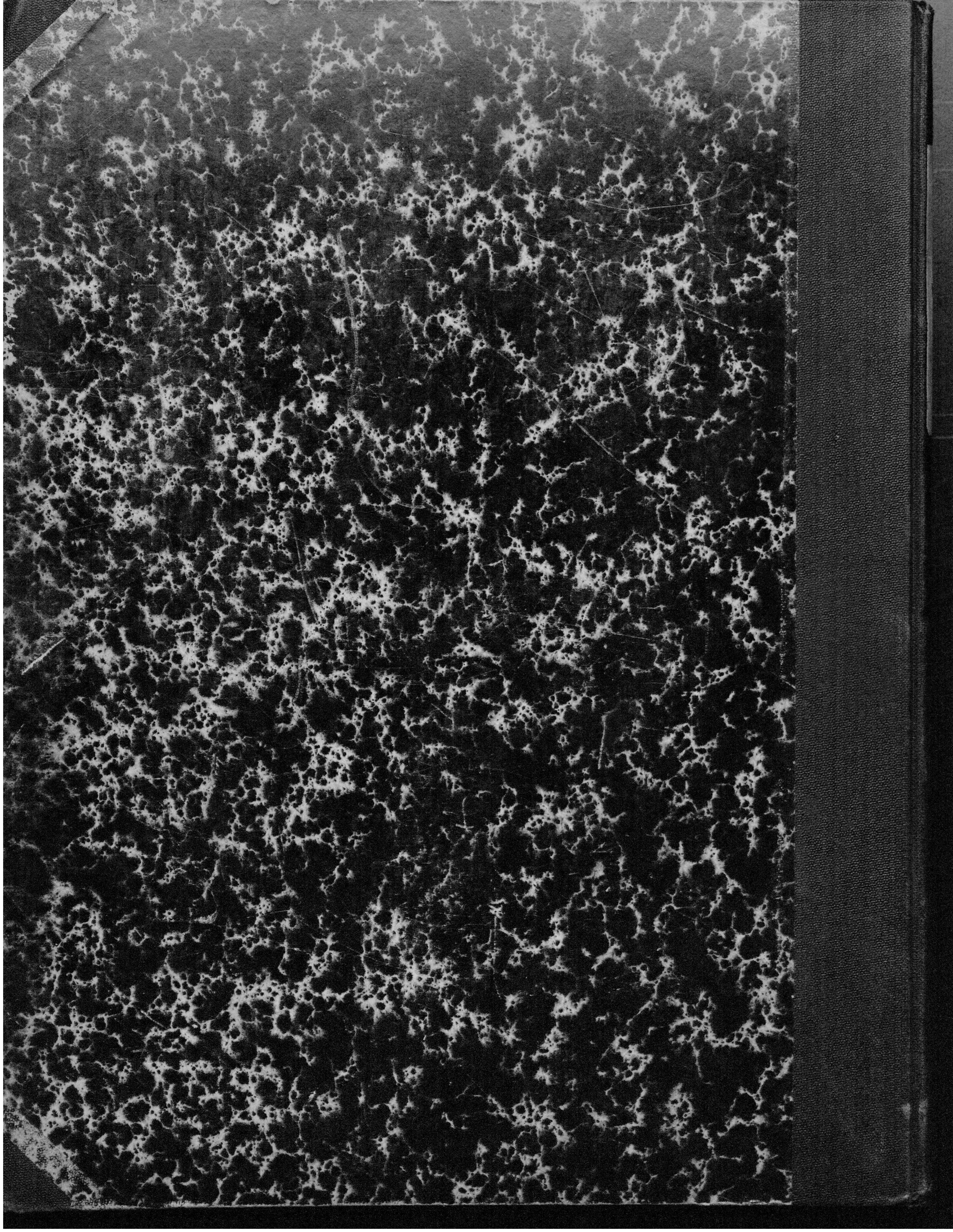












Grob, August

Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter

Stuttgart 1896

4 Phyt. 116 x

urn:nbn:de:bvb:12-bsb00080242-6